

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-084157

(43)Date of publication of application : 19.03.2003

(51)Int.Cl.

G02B 6/13

(21)Application number : 2001-279543

(71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 14.09.2001

(72)Inventor : SEKIGUCHI TAKESHI
MAEDA TAKANORI

(54) METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL WAVEGUIDE CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing for conveniently manufacturing an optical waveguide circuit furnished with an electric wiring, a pad for mounting and an electrode for light control or the like on the same plane with high accuracy of positions with respect to a core pattern of the optical waveguide.

SOLUTION: A metallic pattern 13 composed of a core forming pattern 13a and a conductive part pattern 13b of the optical waveguide are formed on a metallic substrate 11 in a metallic pattern forming process, a clad layer 14 is formed by coating the metallic pattern 13 with a clad material in a clad layer forming process in a way that at least the core forming pattern 13a is partially exposed, a recess 14a having a core form is formed on the clad layer 14 by removing the core forming pattern 13a and the recess 14a is filled with a core material to form a core layer in a core forming process, thus, the optical waveguide circuit furnished with the optical waveguide, an electric wiring, the mounting pad and at least one kind of conductive part pattern for the electrode for light control is manufactured.

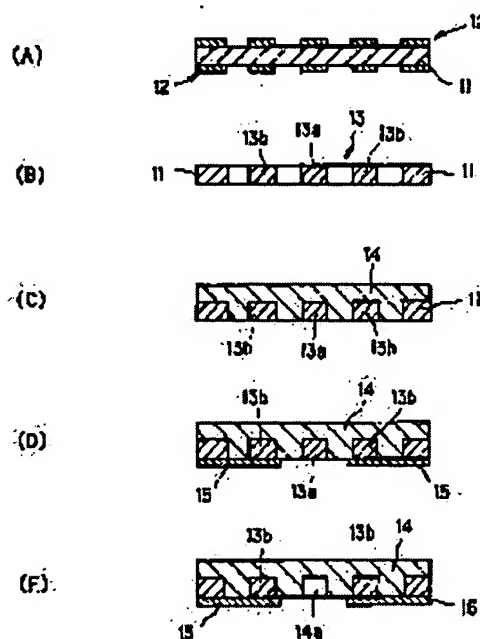


FIG. 1

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A metallic pattern formation process which forms a metallic pattern, comprising, A cladding layer formation process which covers said metallic pattern with a clad material, and forms a cladding layer so that said some of patterns for core formation may be exposed at least, A manufacturing method of an optical waveguide circuit having a core layer formation process which forms a crevice for core formation in said cladding layer, fills up this crevice with core materials and forms a core layer in it by removing said pattern for core formation.
An optical waveguide.

At least one sort of current-carrying-part patterns of electric wiring, a real wearing pad, and an electrode for optical control.

In a manufacturing method of an optical waveguide circuit which it has, it is a pattern for core formation and a current-carrying-part pattern of an optical waveguide to a metal substrate.

[Claim 2]A manufacturing method of the optical waveguide circuit according to claim 1 having the core layer embedding process of forming a cladding layer further after said core layer formation process so that an exposed surface of said core layer may be covered.

[Claim 3]In [said metal substrate is a laminated circuit board which equipped the surface and rear-face side with a metal layer of a different kind, and] said metallic pattern formation process, In [form said metallic pattern in a metal layer by the side of the surface of said laminated circuit board, and] said cladding layer formation process, A manufacturing method of the optical waveguide circuit according to claim 1 having a removal process which forms a cladding layer so that a metal layer by the side of a rear face of said laminated circuit board may be exposed, and removes a part or all of a metal layer by the side of a rear face of said laminated circuit board after said core layer formation process.

[Claim 4]A manufacturing method of the optical waveguide circuit according to claim 3 having

the core layer embedding process of forming a cladding layer further after said removal process so that an exposed surface of said core layer may be covered.

[Claim 5]In a manufacturing method of an optical waveguide circuit characterized by comprising the following, A core layer formation process which forms an opening for core formation of an optical waveguide in a metal substrate, fills up this opening with core materials and forms a core layer, A manufacturing method of an optical waveguide circuit having a pattern formation process which forms a current-carrying-part pattern in said metal substrate, and a cladding layer formation process which covers said core layer and said current-carrying-part pattern with a clad material, and forms a cladding layer so that said a part of core layer may be exposed at least.

An optical waveguide.

At least one sort of current-carrying-part patterns of electric wiring, a real wearing pad, and an electrode for optical control.

[Claim 6]A manufacturing method of the optical waveguide circuit according to claim 5 having the core layer embedding process of forming a cladding layer further after said cladding layer formation process so that an exposed surface of said core layer may be covered.

[Claim 7]In [said metal substrate is a laminated circuit board which equipped the surface and rear-face side with a metal layer of a different kind, and] said core layer formation process, In [form an opening for formation of an optical waveguide in a metal layer by the side of the surface of said laminated circuit board, fill up this opening with core materials, form a core layer, and] said pattern formation process, In [form said current-carrying-part pattern in a metal layer by the side of the surface of said laminated circuit board and] said cladding layer formation process, A cladding layer is formed so that a metal layer by the side of a rear face of said laminated circuit board may be exposed, A manufacturing method of the optical waveguide circuit according to claim 5 having a removal process which removes a part or all of a metal layer by the side of a rear face of said laminated circuit board so that said core layer may be exposed at least after said cladding layer formation process.

[Claim 8]A manufacturing method of the optical waveguide circuit according to claim 7 having the core layer embedding process of forming a cladding layer further after said removal process so that an exposed surface of said core layer may be covered.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]It is related with the manufacturing method of the optical waveguide circuit which this invention relates to the manufacturing method of an optical waveguide circuit, especially can perform formation of electric wiring, a real wearing pad, the electrode for optical control, etc., and formation of an optical waveguide by package.

[0002]

[Description of the Prior Art]With utilization of an optical fiber communications system in recent years, development of various optical devices is furthered and establishment of the high precision mounting technology of photoelectron elements, such as optical waveguide production art and a photo-diode, is called for with the optical integrated circuit which has especially an optical waveguide. Among these, the mounting method of the photoelectron element in an optical integrated circuit requires a method with little coupling loss of the light between a photoelectron element and an optical waveguide. Usually, observation of a lightwave signal output takes time and effort, working efficiency is remarkable and the mounting method called the active alignment method used has it in order to align so that output intensity may actually become the maximum to an optical waveguide through light. [bad] Then, the passive alignment method which mounts parts is called for only by mechanical alignment, and the mounting method using the self alignment effect which parts move as one method with the surface tension generated at the time of a reflow of solder is examined. In the printed circuit board which has electric wiring, the pad for carrying such solder is produced by etching by electric wiring and package. However, in the formation process and separated process of an optical waveguide, in order to pattern by plating or sputtering and to produce a pad, there are problems, such as an increase in a routing counter, on an optical waveguide substrate.

[0003]On the other hand, in low cost-ization of an optical waveguide formation method, a formation method which does not use the dry etching method low manufacturing costs, such as reactive ion etching (RIE), and mass production nature are missing is desired. A metallic mold is produced with plating, using the polyimide unevenness original edition like JP,9-189818,A for example, as a conventional optical waveguide formation method for which the dry etching method is not used, and the method of forming an optical waveguide using this metallic mold is reported. The formation method which uses a metallic mold is proposed in JP,8-313747,A.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in the formation method indicated by JP,9-189818,A, there is a problem that processes, such as production of the polyimide original edition by RIE and formation of the plating layer for exfoliation, are required, and the process in metallic mold production stages is difficult, and lacks in low-manufacturing-cost-izing and mass production nature. When performing multiple attachment into the material of a large area at the time of mass production, problems, like a big difference arises are in the path of an optical waveguide between each field of multiple attachment according to the thickness distribution in the original edition making process of polyimide, and the thickness distribution produced with the formation process of the plating layer for exfoliation.

[0005]In the method of using the metallic mold indicated by JP,8-313747,A, the process of forming electric wiring, a real wearing pad, the electrode for optical control, etc. anew is needed in the post process of optical waveguide formation as mentioned above. For this reason, it is required that a routing counter should increase and alignment of a real wearing pad should be performed very correctly to the core pattern of an optical waveguide, and there is a problem that workability is remarkable and low. This invention is made in view of the above situations, and is a thing.

The purpose is to provide the manufacturing method for manufacturing the optical waveguide circuit provided with electric wiring, a real wearing pad, the electrode for optical control, etc. with high accuracy of position to a core pattern simple.

[0006]

[Means for Solving the Problem]In order to attain such a purpose, this invention, In a manufacturing method of an optical waveguide circuit provided with an optical waveguide and at least one sort of current-carrying-part patterns of electric wiring, a real wearing pad, and an electrode for optical control, A metallic pattern formation process which forms a metallic pattern which becomes a metal substrate from a pattern for core formation and a current-carrying-part pattern of an optical waveguide, A cladding layer formation process which covers said metallic pattern with a clad material, and forms a cladding layer so that said some of

patterns for core formation may be exposed at least, It had composition which has a core layer formation process which forms a crevice for core formation in said cladding layer, fills up this crevice with core materials and forms a core layer in it by removing said pattern for core formation.

[0007]It had composition which has the core layer embedding process of forming a cladding layer further after said core layer formation process as other modes of this invention so that an exposed surface of said core layer may be covered. In [as other modes of this invention said metal substrate is a laminated circuit board which equipped the surface and rear-face side with a metal layer of a different kind and] said metallic pattern formation process, In [form said metallic pattern in a metal layer by the side of the surface of said laminated circuit board, and] said cladding layer formation process, A cladding layer is formed so that a metal layer by the side of a rear face of said laminated circuit board may be exposed, It had composition which has the core layer embedding process of forming a cladding layer further after said core layer formation process so that it may have composition which has a removal process which removes a part or all of a metal layer by the side of a rear face of said laminated circuit board and an exposed surface of said core layer may be covered after said removal process.

[0008]In a manufacturing method of an optical waveguide circuit where this invention is provided with an optical waveguide and at least one sort of current-carrying-part patterns of electric wiring, a real wearing pad, and an electrode for optical control, A core layer formation process which forms an opening for core formation of an optical waveguide in a metal substrate, fills up this opening with core materials and forms a core layer, It had composition which has a pattern formation process which forms a current-carrying-part pattern in said metal substrate, and a cladding layer formation process which covers said core layer and said current-carrying-part pattern with a clad material, and forms a cladding layer so that said a part of core layer may be exposed at least.

[0009]It had composition which has the core layer embedding process of forming a cladding layer further after said cladding layer formation process as other modes of this invention so that an exposed surface of said core layer may be covered. In [as other modes of this invention said metal substrate is a laminated circuit board which equipped the surface and rear-face side with a metal layer of a different kind and] said core layer formation process, In [form an opening for core formation of an optical waveguide in a metal layer by the side of the surface of said laminated circuit board, fill up this opening with core materials, form a core layer, and] said pattern formation process, In [form said current-carrying-part pattern in a metal layer by the side of the surface of said laminated circuit board, and] said cladding layer formation process, A cladding layer is formed so that a metal layer by the side of a rear face of said laminated circuit board may be exposed, It has composition which has a removal process which removes a part or all of a metal layer by the side of a rear face of said laminated circuit

board so that said core layer may be exposed at least after said cladding layer formation process, It had composition which has the core layer embedding process of forming a cladding layer further after said removal process so that an exposed surface of said core layer may be covered.

[0010]A metal substrate constitutes electric wiring, a real wearing pad, an electrode for optical control, etc. from above this inventions by leaving this selectively while being used for formation of a cladding layer of an optical waveguide, or a core layer.

[0011]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the embodiment of this invention is described with reference to drawings.

The 1st embodiment drawing 1 and drawing 2 are process drawing showing one embodiment of the manufacturing method of the optical waveguide circuit of this invention. First in a metallic pattern formation process the manufacturing method of the optical waveguide circuit of this embodiment, Form the resist pattern 12 in the metal substrate 11 (drawing 1 (A)), and the metal substrate 11 is etched by using this resist pattern 12 as a mask, The pattern 13a for core formation of an optical waveguide, at least one sort of current-carrying-part patterns 13b of electric wiring, a real wearing pad, and the electrode for optical control, and the metallic pattern 13, ** and others, are formed, and the resist pattern 12 is removed (drawing 1 (B)). As the metal substrate 11, copper, the stainless steel, and the aluminum material which were fabricated by tabular or foil form are preferred. Although etching is performing formation of the metallic pattern 13 which consists of the pattern 13a for core formation, and the current-carrying-part pattern 13b in the example of a graphic display, it is not limited to this and may pattern by other methods, such as die punching, for example. Flattening of the plating processing can also be performed and carried out for the purpose of abolishing the rough deposit (oh, **) generated in a metal section by patterning after patterning of the above patterns 13a for core formation, and the current-carrying-part pattern 13b. In order to prevent the metallic component of the metal substrate 11 from melting into the material of the optical waveguide formed by a post process, it is also possible to form the barrier layer which consists of nickel (nickel) etc. with plating etc.

[0012]Next, in a cladding layer formation process, the metallic pattern 13 (metal substrate 11) is covered with a clad material, and the cladding layer 14 is formed so that the rear-face side of the metallic pattern 13 which consists of the pattern 13a for core formation and the current-carrying-part pattern 13b may be exposed (drawing 1 (C)). Polymethyl acrylate (PMMA), polycarbonate (PC), an epoxy resin, fluorinated polyimide, etc. can be used for a clad material. When a clad material is a varnish-like, apply on the metallic pattern 13 by the application means of a spin coat, a die coat, etc., and when a clad material is film shape, It laminates on the metallic pattern 13 with a laminator, and after that, it can be made to be able to harden and

the cladding layer 14 can be formed. Although the clad material adhering to a part unnecessary at the time of spreading is removed after spreading or hardening, methods, such as dry etching and polish, can be used for it as a removing method.

[0013]At subsequently, the rear face of the metal substrate 11 in which the cladding layer 14 was first formed as mentioned above in the core layer formation process. The resist pattern 15 is formed (drawing 1 (D)), etching removes the exposed pattern 13a for core formation so that the metallic pattern 13 except the pattern 13a for core formation may be covered, and the crevice 14a for core formation is formed in the cladding layer 14 (drawing 1 (E)). Next, the resist pattern 15 is removed, the formed crevice 14a is filled up with core materials, and the core layer 16 is formed in it (drawing 2 (A)). After polymethyl acrylate (PMMA), polycarbonate (PC), an epoxy resin, fluorinated polyimide, etc. which carried out optimum coordination of the refractive index to the above-mentioned cladding layer 14 can be used for core materials and they fill up the crevice 14a with them, they can be stiffened and can form the core layer 16. The core materials overflowing from the above-mentioned crevice 14a use for and remove methods, such as dry etching and polish, before hardening or after hardening.

[0014]With an above-mentioned metallic pattern formation process, cladding layer formation process, and core layer formation process. The cladding layer 14 and the core layer 16 of an optical waveguide are formed using the metal substrate 11, and it leaves the metal substrate 11 selectively, the current-carrying-part patterns 13b, such as electric wiring, a real wearing pad, and an electrode for optical control, are formed, and an optical waveguide circuit is formed. And when considering it as the optical waveguide of the structure where the core layer was embedded at the cladding layer, the following core layer embedding process is taken. That is, the core layer 16 exposed to the rear-face side is covered with cladding layer 14' by forming the resist pattern 17 in the rear face of the metal substrate 11 so that the current-carrying-part pattern 13b may be covered, and forming cladding layer 14' in the agenesis part of this resist pattern 17 (drawing 2 (B)). The clad material which adhered to the unnecessary part also in this case is removed by methods, such as dry etching and polish, before hardening or after hardening. Then, it can be considered as the optical waveguide of the structure where the core layer was embedded at the cladding layer, by removing the resist pattern 17 (drawing 2 (C)).

[0015]When the exposed current-carrying-part pattern 13b is a real wearing pad, in order to improve joining reliability, the metal-substrate layer 18 can be formed with gold etc., and the solder bump 19 can be formed by screen-stencil etc. (drawing 2 (D)). Before forming above-mentioned cladding layer 14', the metal-substrate layer 18 and the solder bump 19 can also be formed in the current-carrying-part pattern 13b. A protective layer may be formed on cladding layer 14'. This protective layer can be formed using photosensitive polyimide, for example.

[0016]The 2nd embodiment drawing 3 and drawing 4 are process drawing showing other

embodiments of the optical waveguide circuit manufacturing method of this invention.

According to this embodiment, the laminated circuit board 21 from which the metal layer 21a by the side of the surface and the metal layer 21b by the side of a rear face differ is used as a metal substrate. First, in a metallic pattern formation process, form the resist pattern 22 on the surface side metal layer 21a of the laminated circuit board 21 (drawing 3 (A)), and selective etching of the surface side metal layer 21a is carried out by using this resist pattern 22 as a mask, The pattern 23a for core formation of an optical waveguide, at least one sort of current-carrying-part patterns 23b of electric wiring, a real wearing pad, and the electrode for optical control, and the metallic pattern 23, ** and others, are formed, and the resist pattern 22 is removed (drawing 3 (B)). As the metal layer 21a of a different kind and the metal layer 21b which constitute the laminated circuit board 21 to be used, the combination of various metallic materials is possible. For example, the metal layer 21a by the side of the surface can be used as the material which functions as electric wiring, a real wearing pad, an electrode for optical control, etc. When functioning as a base material of the metal layer 21a and forming real wearing pad structure in the metal layer 21a, the metal layer 21b by the side of a rear face can function as a barrier metal, and can be further used as the material which functions after heating at high temperature as metal resist which can exfoliate. If heat resistance, the selectivity of etching, the reliability in mounting pad formation, etc. are taken into consideration, the metal layer 21a is a copper layer, and the metal layer 21b can mention the copper-nickel laminated circuit board which is a nickel layer, for example. Since the metallic pattern 23 formed in the metal layer 21a by using such a laminated circuit board 21 is supported by the metal layer 21b by the side of a rear face, formation of the metallic pattern 23 which contains the pattern independently located in the part estranged from other patterns and substrates 21 is attained.

[0017]Although the metal layer 21a dissolves the selective etching of the above-mentioned surface side metal layer 21a, the metal layer 21b can be performed using an etching reagent with it compared with an insoluble etching reagent or the etch rate of the metal layer 21a. [a remarkable etch rate of the metal layer 21b, and] [slow] For example, when the laminated circuit board 21 is a copper-nickel laminated circuit board, selective etching of the copper layer as the metal layer 21a can be performed using commercial organic ammonia system alkali etching liquid.

[0018]Flattening of the plating processing can also be performed and carried out for the purpose of abolishing the rough deposit (oh, **) generated in a metal section by patterning after patterning of the pattern 23a for core formation by the above selective etching, and the current-carrying-part pattern 23b. In order to prevent the metallic component of the metal layer 21a of the laminated circuit board 21 from melting into the material of the optical waveguide formed by a post process, it is also possible to form the barrier layer which consists of nickel

(nickel) etc. with plating etc.

[0019]Next, in a cladding layer formation process, the metallic pattern 23 which consists of the pattern 23a for core formation formed in the metal layer 21a and the current-carrying-part pattern 23b is covered with a clad material, and the cladding layer 24 is formed so that the metal layer 21b on the back may be exposed (drawing 3 (C)). The clad material and formation method which are used for this cladding layer 24 can be made to be the same as that of the cladding layer 14 in an above-mentioned embodiment.

[0020]Subsequently, in a core layer formation process, first, on the metal layer 21b on the back, the resist pattern 25 is formed in desired shape so that the formation part of the metallic pattern 23 except the pattern 23a for core formation may be covered among the metallic patterns 23 (drawing 3 (D)). Next, etching removes the exposed metal layer 21b, further, etching removes the pattern 23a for core formation, and the crevice 24a for core formation is formed in the cladding layer 24 (drawing 3 (E)). Next, the resist pattern 25 is removed, the formed crevice 24a is filled up with core materials, and the core layer 26 is formed in it (drawing 4 (A)). The etching removal of the exposed metal layer 21b, and the etching removal of the pattern 23a for core formation, When the laminated circuit board 21 is a copper-nickel laminated circuit board, first, carry out etching removal of the nickel layer as the metal layer 21b using the etching reagent of commercial filtered-water sulfuric acid / nitric acid system, and For example, after it, Etching removal of the pattern 23a for core formation can be carried out using the etching reagent for above-mentioned copper. Or the etching reagent which can dissolve the both sides of copper and nickel may be used, and etching removal of the metal layer 21b and etching removal of the pattern 23a for core formation may be performed continuously. The material which carried out optimum coordination of the refractive index to the above-mentioned cladding layer 24 can be used for the core materials used for the core layer 26 like the core layer 16 in an above-mentioned embodiment.

[0021]Next, in a removal process, the metal layer 21b by the side of a rear face is removed so that the desired region of the current-carrying-part pattern 23b may become independent electrically (drawing 4 (B)). Thus, the left-behind metal layer 21b functions as an external connection electrode.

[0022]According to an above-mentioned metallic pattern formation process, a cladding layer formation process, a core layer formation process, and a removal process. The cladding layer 24 and the core layer 26 of an optical waveguide are formed using the laminated circuit board 21, And it can leave selectively the surface side metal layer 21a of the laminated circuit board 21, and the rear-face side metal layer 21b, the current-carrying-part patterns 23b, such as electric wiring, a real wearing pad, and an electrode for optical control, can be formed, and an optical waveguide circuit can be formed.

[0023]When considering it as the optical waveguide of the structure where the core layer was

embedded at the cladding layer, the following core layer embedding process performs embedding of a core layer. That is, it can be considered as the optical waveguide of the structure where the core layer was embedded at the cladding layer, by forming cladding layer 24' so that the rear-face side of the exposed core layer 26 may be covered (drawing 4 (C)). The clad material which adhered to the unnecessary part also in this case is removed by methods, such as dry etching and polish, before hardening or after hardening. It is possible for the metal layer 21b to etch again and to remove the metal layer 21b, when unnecessary, and to make it exposed [the current-carrying-part pattern 23b (metal layer 21a)] to a cladding layer 24' side.

[0024]When the current-carrying-part pattern 23b is a real wearing pad, in order to improve joining reliability, the metal-substrate layer 28 can be formed with gold etc., and the solder bump 29 can be formed by screen-stencil etc. (drawing 4 (D)). In this case, the metal layer 21b left behind to the current-carrying-part pattern 23b acts as a barrier metal which prevents diffusion of the current-carrying-part pattern 23b. Before forming above-mentioned cladding layer 24', the metal-substrate layer 28 and the solder bump 29 can also be formed in the current-carrying-part pattern 23b (metal layer 21b). A protective layer may be formed on cladding layer 24'. This protective layer can be formed using photosensitive polyimide, for example.

[0025]The 3rd embodiment drawing 5 and drawing 6 are process drawing showing other embodiments of the optical waveguide circuit manufacturing method of this invention. First, in a core layer formation process, form the resist pattern 32 in the surface side of the metal substrate 31 (drawing 5 (A)), and the metal substrate 31 is etched by using this resist pattern 32 as a mask in this embodiment, The opening 33 for core formation of an optical waveguide is formed, and the resist pattern 32 is removed (drawing 5 (B)). As the metal substrate 31, copper, the stainless steel, and the aluminum material which were fabricated by tabular or foil form are preferred. Although etching is performing formation of the opening 33 for core formation in the example of a graphic display, it is not limited to this and may pattern by other methods, such as die punching, for example. Flattening of the plating processing can also be performed and carried out after formation of the opening 33 of the above core shape for the purpose of abolishing the rough deposit (oh, **) generated in a metal section. In order to prevent the metallic component of the metal substrate 31 from melting into the core layer 34 formed in the next, it is also possible to form the barrier layer which consists of nickel (nickel) etc. with plating etc.

[0026]Next, the above-mentioned opening 33 is filled up with core materials, and the core layer 34 is formed (drawing 5 (C)). Polymethyl acrylate (PMMA), polycarbonate (PC), an epoxy resin, fluorinated polyimide, etc. can be used for core materials. When core materials are varnishes-like, it applies on the metal substrate 31 by the application means of a spin coat, a

die coat, etc., and when core materials are film shape, it laminates on the metal substrate 31 with a laminator, and after that, it can be made to be able to harden and the core layer 34 can be formed. Although the core materials adhering to a part unnecessary at the time of spreading are removed after spreading or hardening, methods, such as dry etching and polish, can be used for them as a removing method.

[0027]Next, in a pattern formation process, form the resist pattern 35 on the metal substrate 31 in which the core layer 34 was formed (drawing 5 (D)), and the metal substrate 31 is etched by using this resist pattern 35 as a mask, At least one sort of current-carrying-part patterns 36 of electric wiring, a real wearing pad, and the electrode for optical control are formed, and the resist pattern 35 is removed (drawing 5 (E)).

[0028]Next, in a cladding layer formation process, the core layer 34 and the current-carrying-part pattern 36 are covered with a clad material, and the cladding layer 37 is formed so that the rear-face side of the current-carrying-part pattern 36 may be exposed the rear-face side of the core layer 34 (drawing 6 (A)). Polymethyl acrylate (PMMA), polycarbonate (PC), an epoxy resin, fluorinated polyimide, etc. which carried out optimum coordination of the refractive index to the above-mentioned core layer 34 can be used for a clad material. The clad material adhering to an unnecessary part is removable by methods, such as dry etching and polish, before hardening or after hardening.

[0029]With an above-mentioned core layer formation process, pattern formation process, and cladding layer formation process. The core layer 34 and the cladding layer 37 of an optical waveguide are formed using the metal substrate 31, and it can leave the metal substrate 31 selectively, the current-carrying-part patterns 36, such as electric wiring, a real wearing pad, and an electrode for optical control, can be formed, and an optical waveguide circuit can be formed. And when considering it as the optical waveguide of the structure where the core layer was embedded at the cladding layer, the following core layer embedding process is taken. That is, the core layer 34 exposed to the rear-face side is covered with cladding layer 37' by forming the resist pattern 38 in the rear face of the metal substrate 31 so that the current-carrying-part pattern 36 may be covered, and forming cladding layer 37' in the agenesis part of this resist pattern 38 (drawing 6 (B)). The clad material which adhered to the unnecessary part also in this case is removed by methods, such as dry etching and polish, before hardening or after hardening. Then, it can be considered as the optical waveguide of the structure where the core layer was embedded at the cladding layer, by removing the resist pattern 38 (drawing 6 (C)).

[0030]When the exposed current-carrying-part pattern 36 is a real wearing pad, in order to improve joining reliability, the metal-substrate layer 39 can be formed with gold etc., and the solder bump 40 can be formed by screen-stencil etc. (drawing 6 (D)). Before forming above-mentioned cladding layer 37', the metal-substrate layer 39 and the solder bump 40 can also be

formed in the current-carrying-part pattern 36. A protective layer may be formed on cladding layer 37'. This protective layer can be formed using photosensitive polyimide, for example.

[0031]The 4th embodiment drawing 7 and drawing 8 are process drawing showing other embodiments of the optical waveguide circuit manufacturing method of this invention. According to this embodiment, the laminated circuit board 41 from which the metal layer 41a by the side of the surface and the metal layer 41b by the side of a rear face differ is used as a metal substrate. And in a core layer formation process, form the resist pattern 42 in the surface side metal layer 41a of the laminated circuit board 41 (drawing 5 (A)), and selective etching of the surface side metal layer 41a is carried out by using this resist pattern 42 as a mask, The opening 43 for core formation of an optical waveguide is formed, and the resist pattern 42 is removed (drawing 7 (B)). The laminated circuit board 41 to be used can be made to be the same as that of the above-mentioned laminated circuit board 21. Although the metal layer 41a dissolves the selective etching of the above-mentioned surface side metal layer 41a, the metal layer 41b can be performed using an etching reagent with it compared with an insoluble etching reagent or the etch rate of the metal layer 41a. [a remarkable etch rate of the metal layer 41b, and] [slow] For example, when the laminated circuit board 41 is a copper-nickel laminated circuit board, selective etching of the copper layer as the metal layer 41a can be performed using commercial organic ammonia system alkali etching liquid.

[0032]Flattening of the plating processing can also be performed and carried out for the purpose of abolishing the rough deposit (oh, **) generated in a metal section after formation of the opening 43 for core formation by the above selective etching. In order to prevent the metallic component of the metal layer 41a of the laminated circuit board 41 from melting into the core layer 44 formed in the next, it is also possible to form the barrier layer which consists of nickel (nickel) etc. with plating etc.

[0033]Next, the above-mentioned opening 43 is filled up with core materials, and the core layer 44 is formed (drawing 7 (C)). The core materials and the formation method which are used for this core layer 44 can be made to be the same as that of the core layer 34 in an above-mentioned embodiment. Next, in a pattern formation process, form the resist pattern 45 on the metal layer 41a by the side of the surface of the laminated circuit board 41 in which the core layer 44 was formed (drawing 7 (D)), and the metal layer 41a is etched by using this resist pattern 45 as a mask, At least one sort of current-carrying-part patterns 46 of electric wiring, a real wearing pad, and the electrode for optical control are formed, and the resist pattern 45 is removed (drawing 7 (E)).

[0034]Next, in a cladding layer formation process, the current-carrying-part pattern 46 formed in the core layer 44 and the metal layer 41a is covered with a clad material, and the cladding layer 47 is formed so that the metal layer 41b by the side of a rear face may be exposed (drawing 8 (A)). The material which carried out optimum coordination of the refractive index to

the above-mentioned core layer 44 can be used for the clad material to be used like the clad material of the cladding layer 37 in an above-mentioned embodiment. The clad material adhering to an unnecessary part is removable by methods, such as dry etching and polish, before hardening or after hardening.

[0035]Next, in a removal process, the resist pattern of desired shape is formed on the metal layer 41b by the side of a rear face, and etching removal of the metal layer 41b unnecessary as a mask is carried out for this resist pattern (drawing 8 (B)). Thus, the left-behind metal layer 41b functions as an external connection electrode.

[0036]According to an above-mentioned core layer formation process, a pattern formation process, a cladding layer formation process, and a removal process. The core layer 44 and the cladding layer 47 of an optical waveguide are formed using the laminated circuit board 41, and it leaves selectively the surface side metal layer 41a of the laminated circuit board 41, and the rear-face side metal layer 41b, the current-carrying-part patterns 46, such as electric wiring, a real wearing pad, and an electrode for optical control, are formed, and an optical waveguide circuit is formed.

[0037]When considering it as the optical waveguide of the structure where the core layer was embedded at the cladding layer, the following core layer embedding process performs embedding of a core layer. That is, it can be considered as the optical waveguide of the structure where the core layer was embedded at the cladding layer, by forming cladding layer 47' so that the rear-face side of the exposed core layer 44 may be covered (drawing 8 (C)). The clad material which adhered to the unnecessary part also in this case is removed by methods, such as dry etching and polish, before hardening or after hardening. It is possible for the metal layer 41b to etch again and to remove the metal layer 41b, when unnecessary, and to make it exposed [the current-carrying-part pattern 46 (metal layer 41a)] to a cladding layer 47' side.

[0038]When the current-carrying-part pattern 46 is a real wearing pad, in order to improve joining reliability, the metal-substrate layer 48 can be formed with gold etc., and the solder bump 49 can be formed by screen-stencil etc. (drawing 8 (D)). In this case, the metal layer 41b left behind to the current-carrying-part pattern 46 acts as a barrier metal which prevents diffusion of the current-carrying-part pattern 46.

[0039]Before forming above-mentioned cladding layer 47', the metal-substrate layer 48 and the solder bump 49 can also be formed in the current-carrying-part pattern 46 (metal layer 41b). A protective layer may be formed on cladding layer 47' so that the metal layer 41b left behind to the current-carrying-part pattern 46 may be exposed, or so that the solder bump 49 may expose. This protective layer can be formed using photosensitive polyimide, for example.

[0040]The current-carrying-part pattern 46 which left the desired region of the metal layer 41b by the side of a rear face, was used as the current-carrying-part pattern in this invention, and

was formed in the metal layer 41a by the side of the surface of the above-mentioned laminated circuit board 41 is good also as another current-carrying-part pattern. Such an embodiment is described with reference to drawing 9. According to this embodiment, the same core layer formation process (drawing 7 (A) - drawing 7 (C)) as a 4th above-mentioned embodiment is completed first. Next, in a pattern formation process, resist pattern 45' is formed on the metal layer 41a by the side of the surface of the laminated circuit board 41 in which the core layer 44 was formed (drawing 9 (A)). The metal layer 41a is etched by using this resist pattern 45' as a mask, and at least one sort of current-carrying-part patterns 46 of electric wiring and the electrode for optical control are formed. Then, like a 4th above-mentioned embodiment, in a cladding layer formation process, the cladding layer 47 is formed so that the metal layer 41b by the side of a rear face may be exposed (drawing 9 (B)).

[0041]Next, in a removal process, a resist pattern is formed on the metal layer 41b by the side of a rear face so that pattern with the another current-carrying-part pattern 46 formed in the metal layer 41a by the side of the surface may be made, and etching removal of the metal layer 41b unnecessary as a mask is carried out for this resist pattern (drawing 9 (C)). Thus, the left-behind metal layer 41b serves as an external connection electrode (real wearing pad), for example as current-carrying-part pattern 46' with the another current-carrying-part pattern 46 formed in the metal layer 41a by the side of the surface.

[0042]According to such a core layer formation process, a pattern formation process, a cladding layer formation process, and a removal process. The core layer 44 and the cladding layer 47 of an optical waveguide are formed using the laminated circuit board 41, and it leaves selectively the surface side metal layer 41a of the laminated circuit board 41, and the rear-face side metal layer 41b, the current-carrying-part patterns 46, such as electric wiring, a real wearing pad, and an electrode for optical control, and 46' are formed, and an optical waveguide circuit is formed.

[0043]When considering it as the optical waveguide of the structure where the core layer was embedded at the cladding layer, a core layer embedding process can perform embedding of a core layer like a 4th above-mentioned embodiment. When current-carrying-part pattern 46' is a real wearing pad, in order to improve joining reliability, the metal-substrate layer 48 can be formed with gold etc., and the solder bump 49 can be formed by screen-stencil etc. (drawing 9 (D)).

[0044]

[Example]Next, a more concrete example is shown and this invention is explained still in detail.

[Example 1] The copper-nickel laminated circuit board which provided the 10-micrometer-thick nickel layer in the rear face of a 50-micrometer-thick copper layer and this copper layer with electrolysis plating was prepared as a metal substrate.

[0045]This copper-nickel laminated circuit board was used and the optical waveguide circuit was produced as follows according to each process of a 4th above-mentioned embodiment. First, the resist pattern with an optical waveguide core-shaped opening pattern was formed by laminating a dry film resist (SANFOTO by Asahi Chemical Co., Ltd.) on the copper layer of a copper-nickel laminated circuit board, and passing and developing [expose and] a predetermined photo mask. Next, without dissolving a nickel layer on the back using the etching reagent (Meltex EPUROSESU) of organic ammonia system alkali, selective etching of the copper layer by the side of the surface was carried out, and the opening for optical waveguide core formation was formed in the copper layer. Then, the strip of the resist pattern was carried out using alkali system release liquid (3% sodium hydroxide solution).

[0046]Subsequently, the opening for core formation formed in the copper layer as mentioned above was filled up with fluorinated polyimide with the spin coat method as an optical waveguide core material, and after heating at 350 °C and performing curing treatment, polish removed the fluorinated polyimide protruded from the opening. Thereby, the cross section size formed the core layer which are 50 micrometers x 50 micrometers. (Above, core layer formation process)

[0047]Next, the resist pattern was formed in the portion which it leaves as a real wearing pad among copper layers by laminating the same dry film resist as the above, and passing and developing [expose and] a predetermined photo mask on the copper layer which formed the core layer as mentioned above. One-side a 0.5-mm square pattern should be located in the distance of about 0.5 mm from the core layer (portion illustrated with the slash), and this resist pattern should be arranged in the pitch of 2 mm along the shaft orientations of a core layer, as shown in drawing 10 (two lines two-row). Next, without dissolving a nickel layer on the back using the etching reagent of the above-mentioned organic ammonia system alkali, selective etching of the copper layer by the side of the surface was carried out, and the electric conduction pattern (real wearing pad) which consists of copper layers was formed. Then, the strip of the resist pattern was carried out using the above-mentioned alkali system release liquid. (Above, pattern formation process)

[0048]Next, the fluorinated polyimide which carried out optimum coordination of the refractive index to the above-mentioned core layer was prepared as a clad material, this clad material was applied with the spin coat method so that a core layer and a real wearing pad might be covered, and it heated at 350 °C, and curing treatment was performed. This formed the 60-micrometer-thick cladding layer. (Above, cladding layer formation process)

[0049]Next, the resist pattern was formed in the part of the nickel layer equivalent to the current-carrying-part pattern position which consists of the above-mentioned copper layer by laminating a dry film resist (SANFOTO by Asahi Chemical Co., Ltd.) in the nickel layer by the side of a rear face, and passing and developing [expose and] a predetermined photo mask.

Subsequently, the etching reagent (Okuno Pharmaceutical industry top lip RSII) of a filtered-water sulfuric acid system is used by using the above-mentioned resist pattern as a mask, Selective etching of the nickel layer by the side of a rear face was carried out without dissolving the real wearing pad which consists of copper layers, and the current-carrying-part pattern (real wearing pad) which consists of nickel layers was formed on the current-carrying-part pattern which consists of copper layers. Then, the strip of the resist pattern was carried out using the above-mentioned alkali system release liquid. (Above, removal process)

[0050]Next, from the nickel layer side, the same clad material as the above was applied with the spin coat method so that a core layer might be covered, and it heated at 350 **, and curing treatment was performed. Then, it ground so that a nickel layer (real wearing pad) might be exposed, and the cladding layer which is 10 micrometers in thickness was formed, and embedding of the core layer was performed. (Above, core layer embedding process)

[0051]Subsequently, the gold plating layer was formed with nonelectrolytic plating on the nickel layer (real wearing pad), and further, photosensitive polyimide (Foto Nice by Toray Industries, Inc.) was applied and developed [exposed and] on the cladding layer by the side of a rear face, and the protective layer was formed so that a nickel layer (real wearing pad) might be exposed. Then, on the gold plating layer, soldering paste was screen-stenciled, melting was carried out by a reflow, and the solder bump was formed. The optical waveguide circuit was produced by the above process. This optical waveguide circuit can be mounted in a printed circuit board etc. via a solder bump.

It has a nickel layer as a barrier metal between the real wearing pad and gold plating layer which consist of copper layers.

[0052][Example 2] It went to the core layer formation process like Example 1 first. Next, according to the embodiment shown in above-mentioned drawing 9, the optical waveguide circuit was produced as follows. That is, the resist pattern was formed in the portion which it leaves as an electrode and electric wiring among copper layers by laminating the dry film resist same on the copper layer which formed the core layer as mentioned above as Example 1, and passing and developing [expose and] a predetermined photo mask. The resist pattern was formed. A pattern 50 micrometers in width for the electrodes provided in parallel with the both sides of an optical waveguide core layer (portion illustrated with the slash) as this resist pattern was shown in drawing 11, and 500 micrometers in length, It shall comprise an L type pattern for electric wiring with the real wearing pad (portion illustrated with the broken chain line) which leaves a nickel layer and is formed at the process mentioned later.

[0053]Next, without dissolving a nickel layer on the back using the etching reagent of the organic ammonia system alkali used in Example 1, selective etching of the copper layer by the side of the surface was carried out, and the electric conduction pattern (an electrode and

electric wiring) which consists of copper layers was formed. Then, the strip of the resist pattern was carried out using the above-mentioned alkali system release liquid. (Above, pattern formation process)

[0054]Next, the fluorinated polyimide which carried out optimum coordination of the refractive index to the above-mentioned core layer was prepared as a clad material, this clad material was applied with the spin coat method so that a core layer and an electric conduction pattern (an electrode and electric wiring) might be covered, and it heated at 350 **, and curing treatment was performed. This formed the 60-micrometer-thick cladding layer. (Above, cladding layer formation process)

[0055]Next, the resist pattern was formed in the part of the nickel layer which it leaves as a real wearing pad by laminating the dry film resist same to the nickel layer by the side of a rear face as Example 1, and passing and developing [expose and] a predetermined photo mask. Subsequently, by using the above-mentioned resist pattern as a mask, without dissolving the electric conduction pattern (an electrode and electric wiring) which consists of copper layers using the etching reagent of the same filtered-water sulfuric acid system as Example 1, selective etching of the nickel layer by the side of a rear face was carried out, and the current-carrying-part pattern (real wearing pad) was formed. This current-carrying-part pattern (real wearing pad) is connected to an electrode via the electric wiring which consists of the above-mentioned copper layer. Then, the strip of the resist pattern was carried out using the above-mentioned alkali system release liquid. (Above, removal process)

[0056]Next, from the nickel layer side, the same clad material as the above was applied with the spin coat method so that a core layer might be covered, and it heated at 350 **, and curing treatment was performed. Then, it ground so that a nickel layer (real wearing pad) might be exposed, and the 10-micrometer-thick cladding layer was formed, and embedding of the core layer was performed. (Above, core layer embedding process)

[0057]Subsequently, the gold plating layer was formed with nonelectrolytic plating on the nickel layer (real wearing pad), and further, photosensitive polyimide (Foto Nice by Toray Industries, Inc.) was applied and developed [exposed and] on the cladding layer by the side of a rear face, and the protective layer was formed so that a nickel layer (real wearing pad) might be exposed. Then, on the gold plating layer, soldering paste was screen-stenciled, melting was carried out by a reflow, and the solder bump was formed. The optical waveguide circuit was produced by the above process. This optical waveguide circuit can load together an optical waveguide, electric wiring, and an electrode, and can mount them in a printed circuit board etc. via a solder bump.

It has a gold plating layer for the improvement in joining reliability.

[0058]

[Effect of the Invention]As explained in full detail above, according to this invention, the metallic pattern which becomes a metal substrate from the pattern for core formation and current-carrying-part pattern of an optical waveguide with a metallic pattern formation process is formed.

Then, it is what forms a cladding layer and a core layer, Or after forming a core layer in a metal substrate, a current-carrying-part pattern is formed in a metal substrate in a pattern formation process, Then, since form a cladding layer, and a metal substrate is used for formation of the cladding layer of an optical waveguide, or a core layer, and it leaves this selectively as a current-carrying-part pattern and electric wiring, a real wearing pad, the electrode for optical control, etc. are formed, Since it becomes an optical waveguide and what has very high accuracy of position with electric wiring, a real wearing pad, the electrode for optical control, etc. and an optical waveguide, electric wiring, a real wearing pad, the electrode for optical control, etc. can be formed collectively, The increase in a routing counter can be prevented, it is expensive and dry etching, such as low RIE of workability, becomes unnecessary, reduction of a manufacturing cost is possible, there is no advanced thickness control still in process, and the optical waveguide circuit where quality is uniform can be manufactured with mass production by multiple attachment by a large area.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

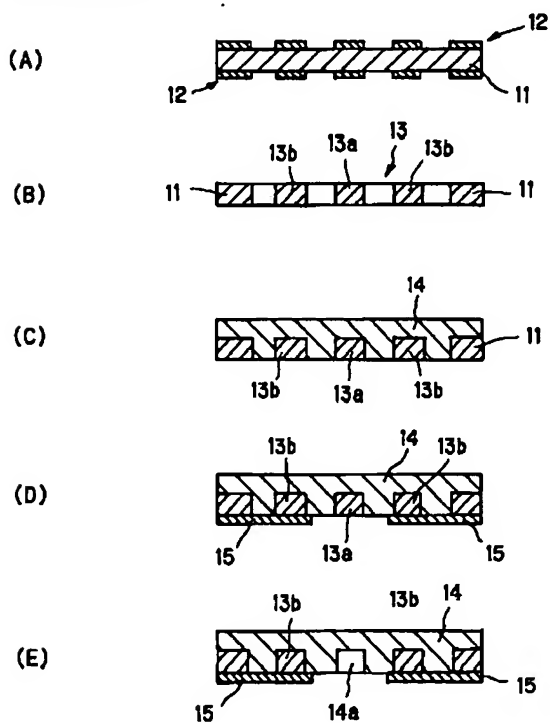


FIG. 1

[Drawing 2]

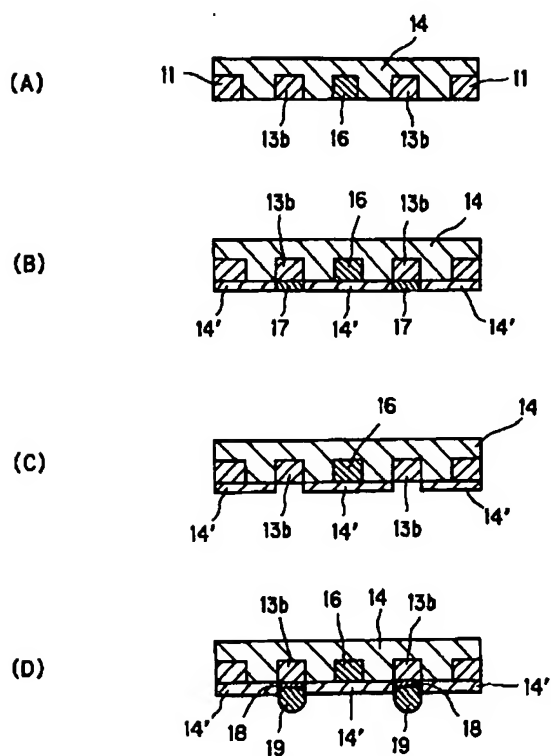


FIG. 2

[Drawing 4]

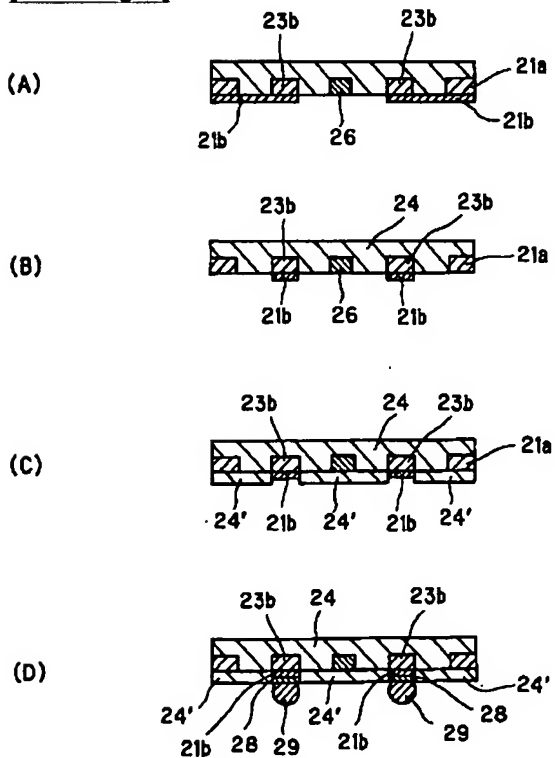


FIG. 4

[Drawing 6]

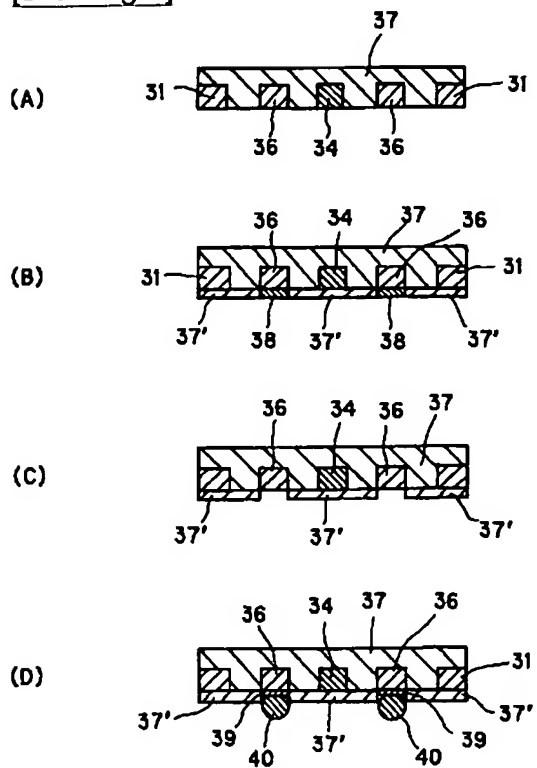


FIG. 6

[Drawing 3]

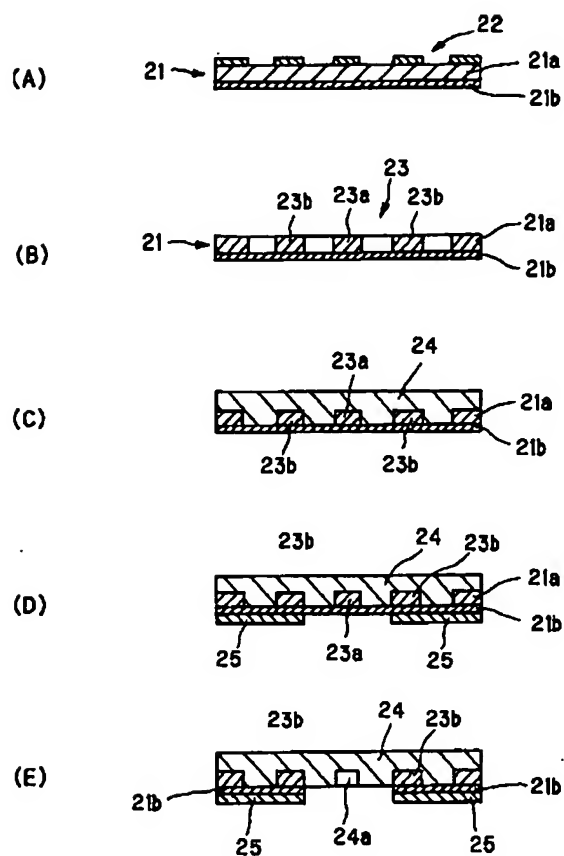


FIG. 3

[Drawing 5]

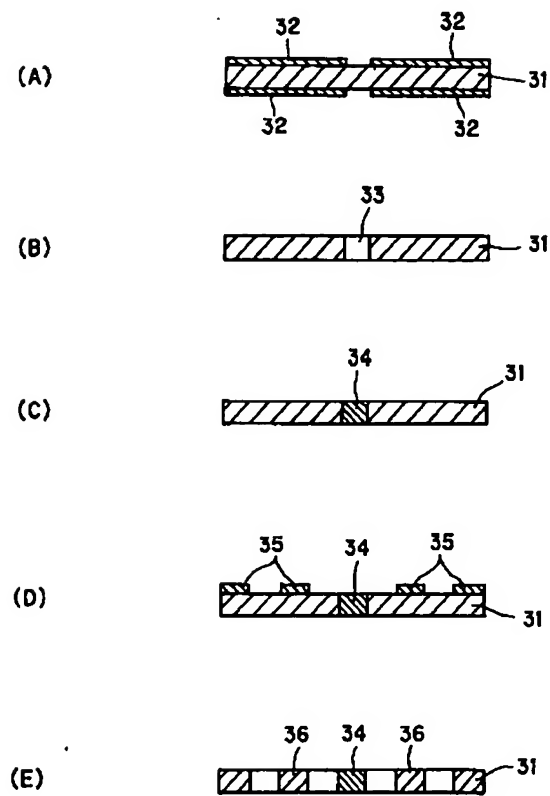


FIG. 6

[Drawing 10]

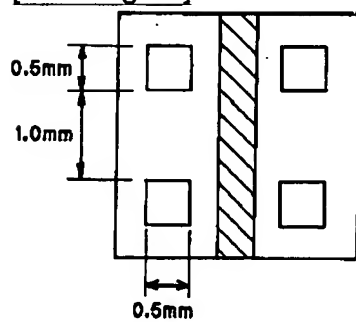


FIG. 10

[Drawing 11]

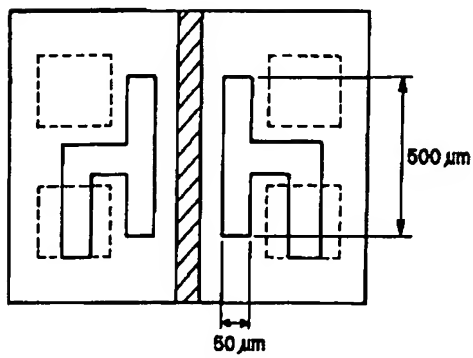


FIG. 11

[Drawing 7]

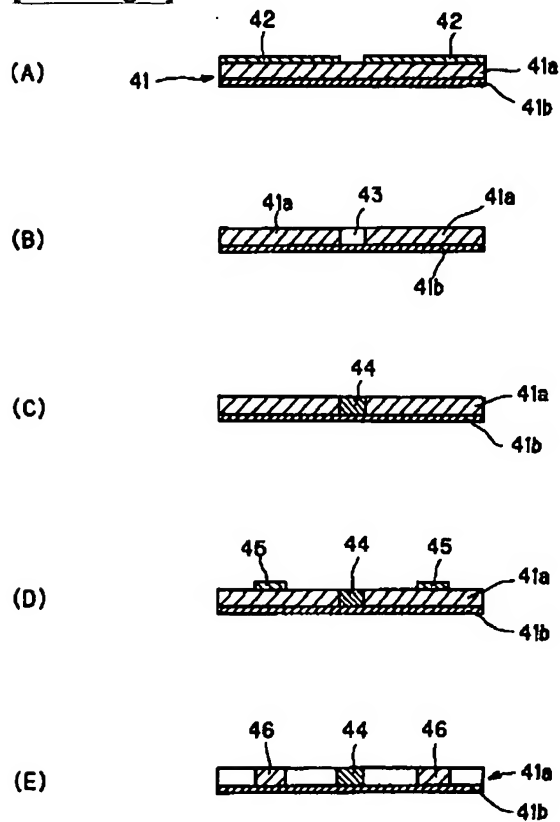


FIG. 7

[Drawing 8]

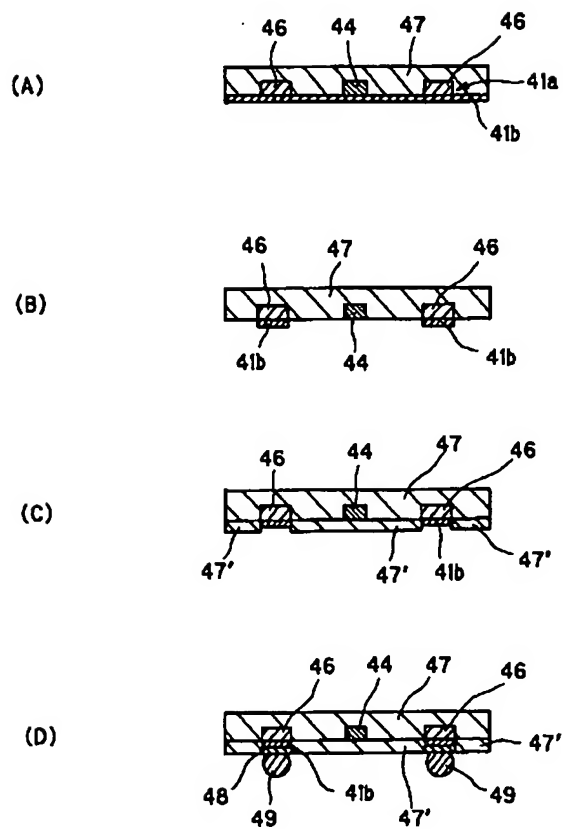


FIG. 8

[Drawing 9]

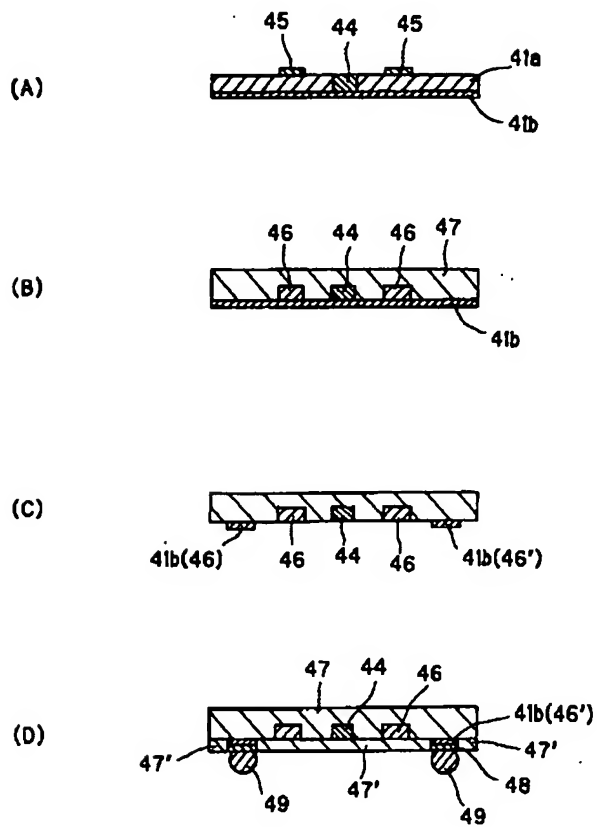


FIG. 9

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-84157

(P2003-84157A)

(43) 公開日 平成15年3月19日 (2003.3.19)

(51) Int. Cl.
G 0 2 B 6/13

識別記号

F I
G 0 2 B 6/12

テーマコード (参考)
M 2 H 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-279543 (P2001-279543)

(22) 出願日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(71) 出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72) 発明者 関口 毅

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(72) 発明者 前田 高徳

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(74) 代理人 100095463

弁理士 米田 潤三 (外1名)

Fターム (参考) 2H047 KA04 PA01 PA21 PA24

(54) 【発明の名称】 光導波路回路の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 光導波路のコアパターンに対して電気配線、実装用パッド、光制御用電極等を高い位置精度で同一面内に備える光導波路回路を簡便に製造するための製造方法を提供する。

【解決手段】 金属パターン形成工程にて、金属基板11に光導波路のコア形成用パターン13aと導電部パターン13bとからなる金属パターン13を形成し、クラッド層形成工程にて、少なくともコア形成用パターン13aの一部を露出するようにクラッド材料により金属パターン13を被覆してクラッド層14を形成し、コア層形成工程にて、上記のコア形成用パターン13aを除去してクラッド層14にコア形状の凹部14aを形成し、この凹部14aにコア材料を充填してコア層を形成し、これにより、光導波路と、電気配線、実装用パッドおよび光制御用電極の少なくとも1種の導電部パターンと、を備える光導波路回路とする。

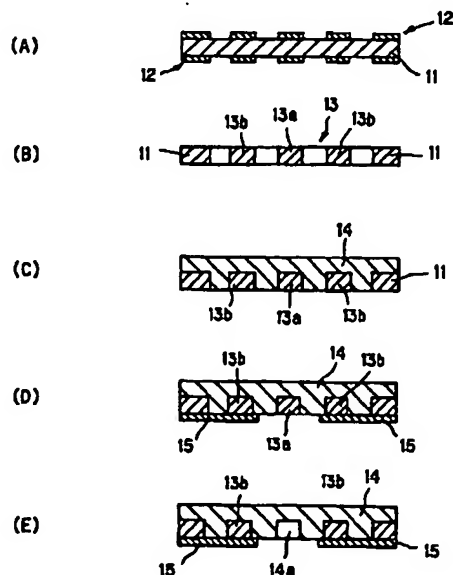


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光導波路と、電気配線、実装用パッドおよび光制御用電極の少なくとも1種の導電部パターンと、を備える光導波路回路の製造方法において、金属基板に、光導波路のコア形成用パターンと導電部パターンとからなる金属パターンを形成する金属パターン形成工程、

少なくとも前記コア形成用パターンの一部を露出するようにクラッド材料により前記金属パターンを被覆してクラッド層を形成するクラッド層形成工程、

前記コア形成用パターンを除去することにより前記クラッド層にコア形成用の凹部を形成し、該凹部にコア材料を充填してコア層を形成するコア層形成工程、とを有することを特徴とする光導波路回路の製造方法。

【請求項2】 前記コア層形成工程の後に、前記コア層の露出面を被覆するように更にクラッド層を形成するコア層埋め込み工程を有することを特徴とする請求項1に記載の光導波路回路の製造方法。

【請求項3】 前記金属基板は、表面側と裏面側に異なる金属層を備えた積層基板であり、前記金属パターン形成工程において、前記積層基板の表面側の金属層に前記金属パターンを形成し、前記クラッド層形成工程において、前記積層基板の裏面側の金属層を露出するようにクラッド層を形成し、前記コア層形成工程の後に、前記積層基板の裏面側の金属層の一部あるいは全部を除去する除去工程を有することを特徴とする請求項1に記載の光導波路回路の製造方法。

【請求項4】 前記除去工程の後に、前記コア層の露出面を被覆するように更にクラッド層を形成するコア層埋め込み工程を有することを特徴とする請求項3に記載の光導波路回路の製造方法。

【請求項5】 光導波路と、電気配線、実装用パッドおよび光制御用電極の少なくとも1種の導電部パターンと、を備える光導波路回路の製造方法において、金属基板に光導波路のコア形成用の開口部を形成し、該開口部にコア材料を充填してコア層を形成するコア層形成工程、前記金属基板に導電部パターンを形成するパターン形成工程、

少なくとも前記コア層の一部を露出するようにクラッド材料により前記コア層および前記導電部パターンを被覆してクラッド層を形成するクラッド層形成工程、とを有することを特徴とする光導波路回路の製造方法。

【請求項6】 前記クラッド層形成工程の後に、前記コア層の露出面を被覆するように更にクラッド層を形成するコア層埋め込み工程を有することを特徴とする請求項5に記載の光導波路回路の製造方法。

【請求項7】 前記金属基板は、表面側と裏面側に異なる金属層を備えた積層基板であり、

前記コア層形成工程において、前記積層基板の表面側の金属層に光導波路の形成用の開口部を形成して該開口部にコア材料を充填してコア層を形成し、

前記パターン形成工程において、前記積層基板の表面側の金属層に前記導電部パターンを形成し、

前記クラッド層形成工程において、前記積層基板の裏面側の金属層を露出するようにクラッド層を形成し、

前記クラッド層形成工程の後に、少なくとも前記コア層が露出するように前記積層基板の裏面側の金属層の一部あるいは全部を除去する除去工程を有することを特徴とする請求項5に記載の光導波路回路の製造方法。

【請求項8】 前記除去工程の後に、前記コア層の露出面を被覆するように更にクラッド層を形成するコア層埋め込み工程を有することを特徴とする請求項7に記載の光導波路回路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光導波路回路の製造方法に係り、特に電気配線、実装用パッド、光制御用電極等の形成と光導波路の形成とを一括で行なうことが可能な光導波路回路の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の光通信システムの実用化に伴い、様々な光デバイスの開発が進められており、特に光導波路を有する光集積回路では、光導波路作製技術およびフォトダイオード等の光電子素子の高精度実装技術の確立が求められている。このうち、光集積回路における光電子素子の実装方法では、光電子素子と光導波路間の光の結合損失が少ない方法が要求される。通常用いられるアクティブアライメント方式と呼ばれる実装方法は、光導波路に実際に光を通し出力強度が最大になるようにアライメントを行うため、光信号出力の観察に手間がかかり、作業効率が著しく悪いものである。そこで、機械的なアライメントのみで部品を実装するパッシブアライメント方式が求められており、一つの方法として、半田のリフロー時に発生する表面張力により部品が移動するセルフアライメント効果を利用した実装方法が検討されている。このような半田を搭載するためのパッドは、電気配線を有するプリント基板においては、エッチングにより電気配線と一括で作製される。しかし、光導波路基板上では、光導波路の形成工程と別工程において、めっきやスパッタリングによりパターンニングしてパッドを作製するため、工程数の増加等の問題がある。

【0003】一方、光導波路形成方法の低コスト化では、反応性イオンエッチング(RIE)等のような低製造コスト、量産性に欠けるドライエッチング法を用いない形成方法が望まれている。ドライエッチング法を用いない従来の光導波路形成方法としては、例えば、特開平9-189818号のように、ポリイミド凹凸原版を用いてめっきにより金型を作製し、この金型を使用して光

導波路を形成する方法が報告されている。また、特開平8-313747号では、金属金型を使用した形成方法が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平9-189818号に開示された形成方法では、RIEによるポリイミド原版の作製、剥離用めっき層の形成等の工程が必要であり、金型作製段階における工程が困難で低製造コスト化、量産性に欠けるという問題がある。さらに、量産時において大面積の材料に多面付けを行う場合、ポリイミドの原版作製工程での膜厚分布や、剥離用めっき層の形成工程で生じる膜厚分布により、多面付けの各面の間で光導波路の径に大きな差が生じる等の問題がある。

【0005】また、特開平8-313747号に開示された金属金型を使用する方法では、上述のように、光導波路形成の後工程において、改めて電気配線、実装用パッド、光制御用電極等を形成する工程を必要とする。このため、工程数が増加し、また、光導波路のコアパターンに対して実装用パッドの位置合わせを極めて正確に行うことが要求され、作業性が著しく低いという問題がある。本発明は上述のような事情に鑑みてなされたものであり、光導波路のコアパターンに対して電気配線、実装用パッド、光制御用電極等を高い位置精度で備える光導波路回路を簡便に製造するための製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明は、光導波路と、電気配線、実装用パッドおよび光制御用電極の少なくとも1種の導電部パターンと、を備える光導波路回路の製造方法において、金属基板に光導波路のコア形成用パターンと導電部パターンとからなる金属パターンを形成する金属パターン形成工程、少なくとも前記コア形成用パターンの一部を露出するようにクラッド材料により前記金属パターンを被覆してクラッド層を形成するクラッド層形成工程、前記コア形成用パターンを除去することにより前記クラッド層にコア形成用の凹部を形成し、該凹部にコア材料を充填してコア層を形成するコア層形成工程、とを有するような構成とした。

【0007】本発明の他の態様として、前記コア層形成工程の後に、前記コア層の露出面を被覆するように更にクラッド層を形成するコア層埋め込み工程を有するような構成とした。本発明の他の態様として、前記金属基板は、表面側と裏面側に異種の金属層を備えた積層基板であり、前記金属パターン形成工程において、前記積層基板の表面側の金属層に前記金属パターンを形成し、前記クラッド層形成工程において、前記積層基板の裏面側の金属層を露出するようにクラッド層を形成し、前記コア層形成工程の後に、前記積層基板の裏面側の金属層の一

部あるいは全部を除去する除去工程を有するような構成とし、また、前記除去工程の後に、前記コア層の露出面を被覆するように更にクラッド層を形成するコア層埋め込み工程を有するような構成とした。

【0008】本発明は、光導波路と、電気配線、実装用パッドおよび光制御用電極の少なくとも1種の導電部パターンと、を備える光導波路回路の製造方法において、金属基板に光導波路のコア形成用の開口部を形成し、該開口部にコア材料を充填してコア層を形成するコア層形成工程、前記金属基板に導電部パターンを形成するパターン形成工程、少なくとも前記コア層の一部を露出するようにクラッド材料により前記コア層および前記導電部パターンを被覆してクラッド層を形成するクラッド層形成工程、とを有するような構成とした。

【0009】本発明の他の態様として、前記クラッド層形成工程の後に、前記コア層の露出面を被覆するように更にクラッド層を形成するコア層埋め込み工程を有するような構成とした。本発明の他の態様として、前記金属基板は、表面側と裏面側に異種の金属層を備えた積層基板であり、前記コア層形成工程において、前記積層基板の表面側の金属層に光導波路のコア形成用の開口部を形成して該開口部にコア材料を充填してコア層を形成し、前記パターン形成工程において、前記積層基板の表面側の金属層に前記導電部パターンを形成し、前記クラッド層形成工程において、前記積層基板の裏面側の金属層を露出するようにクラッド層を形成し、前記クラッド層形成工程の後に、少なくとも前記コア層が露出するように前記積層基板の裏面側の金属層の一部あるいは全部を除去する除去工程を有するような構成とし、また、前記除去工程の後に、前記コア層の露出面を被覆するように更にクラッド層を形成するコア層埋め込み工程を有するような構成とした。

【0010】上記のような本発明では、金属基板は光導波路のクラッド層やコア層の形成に使用されるとともに、これを選択的に残すことにより電気配線、実装用パッド、光制御用電極等を構成するものとなる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

40 第1の実施形態

図1および図2は、本発明の光導波路回路の製造方法の一実施形態を示す工程図である。本実施形態の光導波路回路の製造方法は、まず、金属パターン形成工程において、金属基板11にレジストパターン12を形成し(図1(A))、このレジストパターン12をマスクとして金属基板11をエッチングして、光導波路のコア形成用パターン13aと、電気配線、実装用パッドおよび光制御用電極の少なくとも1種の導電部パターン13bと、からなる金属パターン13を形成し、レジストパターン12を除去する(図1(B))。金属基板11として

は、板状あるいは箔状に成形された銅、ステンレス、アルミニウム材料が好適である。尚、コア形成用パターン13a、導電部パターン13bからなる金属パターン13の形成は、図示例ではエッチングにより行っているが、これに限定されるものではなく、例えば、金型打ち抜き等の他の方法によりパターンニングを行ってもよい。また、上記のようなコア形成用パターン13a、導電部パターン13bのパターンニング後、パターンニングにより金属断面に発生するざらつき（あらび）を無くすことを目的として、めっき処理を施して平坦化することもできる。さらに、金属基板11の金属成分が後工程で形成される光導波路の材料中に溶け込むことを防止するために、めっき等によりニッケル（Ni）等からなるバリア層を形成することも可能である。

【0012】次に、クラッド層形成工程において、コア形成用パターン13a、導電部パターン13bからなる金属パターン13の裏面側を露出させるようにクラッド材料により金属パターン13（金属基板11）を被覆してクラッド層14を形成する（図1（C））。クラッド材料は、ポリメチルアクリレート（PMMA）やポリカーボネート（PC）、エポキシ樹脂、フッ素化ポリイミド等を使用することができる。クラッド材料がワニス状の場合、スピンコートやダイコート等の塗布手段により金属パターン13上に塗布し、また、クラッド材料がフィルム形状の場合には、ラミネータにより金属パターン13上にラミネートし、その後、硬化させてクラッド層14を形成することができる。尚、塗布時に不要な部位に付着したクラッド材料は、塗布後、あるいは、硬化後に除去するが、除去方法としてはドライエッチングや研磨等の方法を使用することができる。

【0013】次いで、コア層形成工程において、まず、上記のようにクラッド層14が形成された金属基板11の裏面に、コア形成用パターン13aを除く金属パターン13を被覆するようにレジストパターン15を形成し（図1（D））、露出しているコア形成用パターン13aをエッチングにより除去して、クラッド層14にコア形成用の凹部14aを形成する（図1（E））。次に、レジストパターン15を除去し、形成した凹部14aにコア材料を充填してコア層16を形成する（図2（A））。コア材料は、上記のクラッド層14に対して屈折率を最適調整したポリメチルアクリレート（PMMA）やポリカーボネート（PC）、エポキシ樹脂、フッ素化ポリイミド等を使用することができ、凹部14aに充填した後、硬化させてコア層16を形成することができる。尚、上記の凹部14aからはみ出したコア材料は、硬化前、あるいは、硬化後にドライエッチングや研磨等の方法を用いて除去する。

【0014】上述の金属パターン形成工程、クラッド層形成工程、および、コア層形成工程により、金属基板11を使用して光導波路のクラッド層14やコア層16を

形成し、かつ、金属基板11を選択的に残して電気配線、実装用パッド、光制御用電極等の導電部パターン13bを形成して、光導波路回路が形成される。そして、コア層がクラッド層に埋め込まれた構造の光導波路とする場合、次のコア層埋め込み工程をとる。すなわち、金属基板11の裏面に、導電部パターン13bを被覆するようにレジストパターン17を形成し、このレジストパターン17の非形成部位にクラッド層14'を形成することにより、裏面側に露出しているコア層16をクラッド層14'で被覆する（図2（B））。この場合も、不要な部位に付着したクラッド材料は、硬化前、あるいは、硬化後にドライエッチングや研磨等の方法により除去する。その後、レジストパターン17を除去することにより、コア層がクラッド層に埋め込まれた構造の光導波路とすることができる（図2（C））。

【0015】尚、露出した導電部パターン13bが実装用パッドの場合、接合信頼性を高めるために金等により金属下地層18を形成し、スクリーン印刷等により半田バンプ19を形成することができる（図2（D））。また、上記のクラッド層14'を形成する前に、導電部パターン13bに金属下地層18と半田バンプ19を形成することもできる。さらに、クラッド層14'上に保護層を形成してもよい。この保護層は、例えば、感光性ポリイミドを使用して形成することができる。

【0016】第2の実施形態

図3および図4は、本発明の光導波路回路製造方法の他の実施形態を示す工程図である。本実施形態では、金属基板として、表面側の金属層21aと裏面側の金属層21bとが異なる積層基板21を使用する。まず、金属パターン形成工程において、積層基板21の表面側金属層21a上にレジストパターン22を形成し（図3（A））、このレジストパターン22をマスクとして表面側金属層21aを選択エッチングして、光導波路のコア形成用パターン23aと、電気配線、実装用パッドおよび光制御用電極の少なくとも1種の導電部パターン23bと、からなる金属パターン23を形成し、レジストパターン22を除去する（図3（B））。使用する積層基板21を構成する異種の金属層21aと金属層21bとして、種々の金属材料の組み合わせが可能である。例えば、表面側の金属層21aは、電気配線、実装用パッド、光制御用電極等として機能する材料とすることができる。また、裏面側の金属層21bは、金属層21aの支持体として機能し、金属層21aに実装用パッド構造を形成する場合には、バリアメタルとして機能し、さらに、高温加熱後においても剥離可能なメタルレジストとして機能する材料とすることができる。耐熱性、エッチングの選択性や実装パッド形成での信頼性等を考慮すると、例えば、金属層21aが銅層であり、金属層21bがニッケル層である銅-ニッケル積層基板を挙げることができる。このような積層基板21を使用することによ

り、金属層21aに形成された金属パターン23が裏面側の金属層21bに支持されるので、他のパターンや基板21から離間した箇所に独立して位置するパターンを含むような金属パターン23の形成が可能となる。

【0017】上記の表面側金属層21aの選択エッチングは、金属層21aは溶解するが金属層21bは溶解しないエッチング液、あるいは、金属層21aのエッチング速度に比べて金属層21bのエッチング速度が著しく遅いエッチング液を使用して行うことができる。例えば、積層基板21が銅-ニッケル積層基板である場合、金属層21aとしての銅層の選択エッチングは、市販の有機アンモニア系アルカリエッチング液を使用して行うことができる。

【0018】尚、上記のような選択エッチングによるコア形成用パターン23a、導電部パターン23bのパターニング後、パターニングにより金属断面に発生するざらつき（あらび）を無くすことを目的として、めっき処理を施して平坦化することもできる。さらに、積層基板21の金属層21aの金属成分が後工程で形成される光導波路の材料中に溶け込むことを防止するために、めっき等によりニッケル（Ni）等からなるバリア層を形成することも可能である。

【0019】次に、クラッド層形成工程において、金属層21aに形成したコア形成用パターン23a、導電部パターン23bからなる金属パターン23をクラッド材料により被覆して、裏面の金属層21bを露出するようにクラッド層24を形成する（図3（C））。このクラッド層24に使用するクラッド材料および形成方法は、上述の実施形態におけるクラッド層14と同様とすることができる。

【0020】次いで、コア層形成工程において、まず、裏面の金属層21b上に、金属パターン23のうちコア形成用パターン23aを除く金属パターン23の形成部位を覆うように所望の形状でレジストパターン25を形成する（図3（D））。次に、露出している金属層21bをエッチングにより除去し、さらに、コア形成用パターン23aをエッチングにより除去して、クラッド層24にコア形成用の凹部24aを形成する（図3（E））。次に、レジストパターン25を除去し、形成した凹部24aにコア材料を充填してコア層26を形成する（図4（A））。露出している金属層21bのエッチング除去と、コア形成用パターン23aのエッチング除去は、例えば、積層基板21が銅-ニッケル積層基板である場合、まず、市販の過水硫酸/硝酸系のエッチング液を使用して金属層21bとしてのニッケル層をエッチング除去し、そのあと、上述の銅用のエッチング液を使用してコア形成用パターン23aをエッチング除去することができる。あるいは、銅とニッケルの双方を溶解可能なエッチング液を使用して、金属層21bのエッチング除去と、コア形成用パターン23aのエッチング除

去を連続して行ってもよい。尚、コア層26に使用するコア材料は、上述の実施形態におけるコア層16と同様に、上記のクラッド層24に対して屈折率を最適調整した材料を使用することができる。

【0021】次に、除去工程において、導電部パターン23bの所望部位が電氣的に独立するように裏面側の金属層21bを除去する（図4（B））。このようにして残された金属層21bは、外部接続電極として機能する。

【0022】上述の金属パターン形成工程、クラッド層形成工程、コア層形成工程、及び、除去工程により、積層基板21を使用して光導波路のクラッド層24やコア層26を形成し、かつ、積層基板21の表面側金属層21aおよび裏面側金属層21bを選択的に残して電気配線、実装用パッド、光制御用電極等の導電部パターン23bを形成して、光導波路回路を形成することができる。

【0023】また、コア層がクラッド層に埋め込まれた構造の光導波路とする場合、次のコア層埋め込み工程によりコア層の埋め込みを行う。すなわち、露出しているコア層26の裏面側を被覆するようにクラッド層24'を形成することにより、コア層がクラッド層に埋め込まれた構造の光導波路とすることができる（図4（C））。この場合も、不要な部位に付着したクラッド材料は、硬化前、あるいは、硬化後にドライエッチングや研磨等の方法により除去する。尚、金属層21bが不要な場合、再度エッチングして金属層21bを除去して、クラッド層24'側に導電部パターン23b（金属層21a）が露出するようにすることも可能である。

【0024】さらに、導電部パターン23bが実装用パッドの場合、接合信頼性を高めるために金等により金属下地層28を形成し、スクリーン印刷等により半田バンパ29を形成することができる（図4（D））。この場合、導電部パターン23bに残されている金属層21bは、導電部パターン23bの拡散を防止するバリアメタルとして作用する。尚、上記のクラッド層24'を形成する前に、導電部パターン23b（金属層21b）に金属下地層28と半田バンパ29を形成することもできる。また、クラッド層24'上に保護層を形成してもよい。この保護層は、例えば、感光性ポリイミドを使用して形成することができる。

【0025】第3の実施形態

図5および図6は、本発明の光導波路回路製造方法の他の実施形態を示す工程図である。本実施形態では、まず、コア層形成工程において、金属基板31の表面側にレジストパターン32を形成し（図5（A））、このレジストパターン32をマスクとして金属基板31をエッチングして、光導波路のコア形成用の開口部33を形成し、レジストパターン32を除去する（図5（B））。金属基板31としては、板状あるいは箔状に成形された

銅、ステンレス、アルミニウム材料が好適である。尚、コア形成用の開口部33の形成は、図示例ではエッチングにより行っているが、これに限定されるものではなく、例えば、金型打ち抜き等の他の方法によりパターンニングを行ってもよい。また、上記のようなコア形状の開口部33の形成後、金属断面に発生するざらつき（あらび）を無くすことを目的として、めっき処理を施して平坦化することもできる。さらに、金属基板31の金属成分が、次に形成されるコア層34中に溶け込むことを防止するために、めっき等によりニッケル（Ni）等からなるバリアー層を形成することも可能である。

【0026】次に、上記の開口部33にコア材料を充填してコア層34を形成する（図5（C））。コア材料は、ポリメチルアクリレート（PMMA）やポリカーボネート（PC）、エポキシ樹脂、フッ素化ポリイミド等を使用することができる。コア材料がワニス状の場合、スピンコートやダイコート等の塗布手段により金属基板31上に塗布し、また、コア材料がフィルム形状の場合には、ラミネータにより金属基板31上にラミネートし、その後、硬化させてコア層34を形成することができる。尚、塗布時に不要な部位に付着したコア材料は、塗布後、あるいは、硬化後に除去するが、除去方法としてはドライエッチングや研磨等の方法を使用することができる。

【0027】次に、パターン形成工程において、コア層34を形成した金属基板31上にレジストパターン35を形成し（図5（D））、このレジストパターン35をマスクとして金属基板31をエッチングして、電気配線、実装用パッドおよび光制御用電極の少なくとも1種の導電部パターン36を形成し、レジストパターン35を除去する（図5（E））。

【0028】次に、クラッド層形成工程において、コア層34の裏面側と導電部パターン36の裏面側とを露出させるようにクラッド材料によりコア層34と導電部パターン36を被覆してクラッド層37を形成する（図6（A））。クラッド材料は、上記のコア層34に対して屈折率を最適調整したポリメチルアクリレート（PMMA）やポリカーボネート（PC）、エポキシ樹脂、フッ素化ポリイミド等を使用することができる。尚、不要な部位に付着したクラッド材料は、硬化前、あるいは、硬化後にドライエッチングや研磨等の方法により除去することができる。

【0029】上述のコア層形成工程、パターン形成工程、および、クラッド層形成工程により、金属基板31を使用して光導波路のコア層34やクラッド層37を形成し、かつ、金属基板31を選択的に残して電気配線、実装用パッド、光制御用電極等の導電部パターン36を形成して、光導波路回路を形成することができる。そして、コア層がクラッド層に埋め込まれた構造の光導波路とする場合、次のコア層埋め込み工程をとる。すなわ

ち、金属基板31の裏面に、導電部パターン36を被覆するようにレジストパターン38を形成し、このレジストパターン38の非形成部位にクラッド層37'を形成することにより、裏面側に露出しているコア層34をクラッド層37'で被覆する（図6（B））。この場合も、不要な部位に付着したクラッド材料は、硬化前、あるいは、硬化後にドライエッチングや研磨等の方法により除去する。その後、レジストパターン38を除去することにより、コア層がクラッド層に埋め込まれた構造の光導波路とすることができる（図6（C））。

【0030】尚、露出した導電部パターン36が実装用パッドの場合、接合信頼性を高めるために金等により金属下地層39を形成し、スクリーン印刷等により半田パンパ40を形成することができる（図6（D））。また、上記のクラッド層37'を形成する前に、導電部パターン36に金属下地層39と半田パンパ40を形成することもできる。また、クラッド層37'上に保護層を形成してもよい。この保護層は、例えば、感光性ポリイミドを使用して形成することができる。

【0031】第4の実施形態

図7および図8は、本発明の光導波路回路製造方法の他の実施形態を示す工程図である。本実施形態では、金属基板として、表面側の金属層41aと裏面側の金属層41bとが異なる積層基板41を使用する。そして、コア層形成工程において、積層基板41の表面側金属層41aにレジストパターン42を形成し（図5（A））、このレジストパターン42をマスクとして表面側金属層41aを選択エッチングして、光導波路のコア形成用の開口部43を形成し、レジストパターン42を除去する

（図7（B））。使用する積層基板41は、上述の積層基板21と同様とすることができる。上記の表面側金属層41aの選択エッチングは、金属層41aは溶解するが金属層41bは溶解しないエッチング液、あるいは、金属層41aのエッチング速度に比べて金属層41bのエッチング速度が著しく遅いエッチング液を使用することができる。例えば、積層基板41が銅-ニッケル積層基板である場合、金属層41aとしての銅層の選択エッチングは、市販の有機アンモニア系アルカリエッチング液を使用することができる。

【0032】尚、上記のような選択エッチングによるコア形成用の開口部43の形成後、金属断面に発生するざらつき（あらび）を無くすことを目的として、めっき処理を施して平坦化することもできる。さらに、積層基板41の金属層41aの金属成分が、次に形成されるコア層44中に溶け込むことを防止するために、めっき等によりニッケル（Ni）等からなるバリアー層を形成することも可能である。

【0033】次に、上記の開口部43にコア材料を充填してコア層44を形成する（図7（C））。このコア層44に使用するコア材料および形成方法は、上述の実施

11

形態におけるコア層34と同様とすることができる。次に、パターン形成工程において、コア層44を形成した積層基板41の表面側の金属層41a上にレジストパターン45を形成し(図7(D))、このレジストパターン45をマスクとして金属層41aをエッチングして、電気配線、実装用パッドおよび光制御用電極の少なくとも1種の導電部パターン46を形成し、レジストパターン45を除去する(図7(E))。

【0034】次に、クラッド層形成工程において、コア層44と、金属層41aに形成した導電部パターン46をクラッド材料により被覆して、裏面側の金属層41bが露出するようにクラッド層47を形成する(図8(A))。使用するクラッド材料は、上述の実施形態におけるクラッド層37のクラッド材料と同様に、上記のコア層44に対して屈折率を最適調整した材料を使用することができる。尚、不要な部位に付着したクラッド材料は、硬化前、あるいは、硬化後にドライエッチングや研磨等の方法により除去することができる。

【0035】次に、除去工程において、裏面側の金属層41b上に所望形状のレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクとして不要な金属層41bをエッチング除去する(図8(B))。このようにして残された金属層41bは、外部接続電極として機能する。

【0036】上述のコア層形成工程、パターン形成工程、クラッド層形成工程、および、除去工程により、積層基板41を使用して光導波路のコア層44やクラッド層47を形成し、かつ、積層基板41の表面側金属層41a、裏面側金属層41bを選択的に残して電気配線、実装用パッド、光制御用電極等の導電部パターン46を形成して、光導波路回路が形成される。

【0037】また、コア層がクラッド層に埋め込まれた構造の光導波路とする場合、次のコア層埋め込み工程によりコア層の埋め込みを行う。すなわち、露出しているコア層44の裏面側を被覆するようにクラッド層47'を形成することにより、コア層がクラッド層に埋め込まれた構造の光導波路とすることができる(図8(C))。

この場合も、不要な部位に付着したクラッド材料は、硬化前、あるいは、硬化後にドライエッチングや研磨等の方法により除去する。尚、金属層41bが不要な場合、再度エッチングして金属層41bを除去して、クラッド層47'側に導電部パターン46(金属層41a)が露出するようにすることも可能である。

【0038】また、導電部パターン46が実装用パッドの場合、接合信頼性を高めるために金等により金属下地層48を形成し、スクリーン印刷等により半田バンパ49を形成することができる(図8(D))。この場合、導電部パターン46に残されている金属層41bは、導電部パターン46の拡散を防止するバリアメタルとして作用する。

【0039】尚、上記のクラッド層47'を形成する前

12

に、導電部パターン46(金属層41b)に金属下地層48と半田バンパ49を形成することもできる。また、導電部パターン46に残された金属層41bが露出するように、あるいは、半田バンパ49が露出するように、クラッド層47'上に保護層を形成してもよい。この保護層は、例えば、感光性ポリイミドを使用して形成することができる。

【0040】本発明では、裏面側の金属層41bの所望部位を残して導電部パターンとし、上記の積層基板41の表面側の金属層41aに形成した導電部パターン46とは別の導電部パターンとしてもよい。このような実施形態を、図9を参照して説明する。この実施形態では、まず、上述の第4の実施形態と同様のコア層形成工程(図7(A)~図7(C))を完了する。次に、パターン形成工程において、コア層44を形成した積層基板41の表面側の金属層41a上にレジストパターン45'を形成し(図9(A))、このレジストパターン45'をマスクとして金属層41aをエッチングして、電気配線、および光制御用電極の少なくとも1種の導電部パターン46を形成する。その後、上述の第4の実施形態と同様に、クラッド層形成工程において、裏面側の金属層41bが露出するようにクラッド層47を形成する(図9(B))。

【0041】次に、除去工程において、表面側の金属層41aに形成した導電部パターン46とは別のパターンをなすように裏面側の金属層41b上にレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクとして不要な金属層41bをエッチング除去する(図9(C))。このようにして残された金属層41bは、表面側の金属層41aに形成した導電部パターン46とは別の導電部パターン46'として、例えば、外部接続電極(実装用パッド)となる。

【0042】このようなコア層形成工程、パターン形成工程、クラッド層形成工程、および、除去工程により、積層基板41を使用して光導波路のコア層44やクラッド層47を形成し、かつ、積層基板41の表面側金属層41a、裏面側金属層41bを選択的に残して電気配線、実装用パッド、光制御用電極等の導電部パターン46、46'を形成して、光導波路回路が形成される。

【0043】また、コア層がクラッド層に埋め込まれた構造の光導波路とする場合、上述の第4の実施形態と同様に、コア層埋め込み工程によりコア層の埋め込みを行うことができる。さらに、導電部パターン46'が実装用パッドの場合、接合信頼性を高めるために金等により金属下地層48を形成し、スクリーン印刷等により半田バンパ49を形成することができる(図9(D))。

【0044】

【実施例】次に、より具体的な実施例を示して本発明を更に詳細に説明する。

【実施例1】金属基板として、厚み50μmの銅層と、

この銅層の裏面に電解めっきにより厚み10 μ mのニッケル層を設けた銅-ニッケル積層基板を準備した。

【0045】この銅-ニッケル積層基板を使用して、上述の第4の実施形態の各工程にしたがって、以下のように光導波路回路を作製した。まず、銅-ニッケル積層基板の銅層上にドライフィルムレジスト（旭化成（株）製サンフォート）をラミネートし、所定のフォトマスクを介して露光、現像することにより、光導波路コア形状の開口パターンをもつレジストパターンを形成した。次に、有機アンモニア系アルカリのエッチング液（メルテックス（株）製エープロセス）を用いて、裏面のニッケル層を溶解することなく、表面側の銅層を選択エッチングして、光導波路コア形成用の開口部を銅層に形成した。その後、アルカリ系剥離液（3%水酸化ナトリウム水溶液）を使用してレジストパターンを剥離除去した。

【0046】次いで、上記のように銅層に形成したコア形成用の開口部に、光導波路コア材料としてフッ素化ポリイミドをスピンコート法により充填し、350℃で加熱して硬化処理を施した後、開口部からはみ出したフッ素化ポリイミドを研磨により除去した。これにより、断面寸法が50 μ m×50 μ mであるコア層を形成した。（以上、コア層形成工程）

【0047】次に、上記のようにコア層を形成した銅層上に、上記と同じドライフィルムレジストをラミネートし、所定のフォトマスクを介して露光、現像することにより、銅層のうち、実装用パッドとして残す部分にレジストパターンを形成した。このレジストパターンは、図10に示されるように、一辺0.5mmの正方形パターンがコア層（斜線で図示された部分）から約0.5mmの距離に位置し、かつ、コア層の軸方向に沿ってピッチ2mmで配列（2列2行）されたものとした。次に、上記の有機アンモニア系アルカリのエッチング液を用いて、裏面のニッケル層を溶解することなく、表面側の銅層を選択エッチングして、銅層からなる導電パターン（実装用パッド）を形成した。その後、上記のアルカリ系剥離液を使用してレジストパターンを剥離除去した。（以上、パターン形成工程）

【0048】次に、上記のコア層に対して屈折率を最適調整したフッ素化ポリイミドをクラッド材料として準備し、このクラッド材料をコア層と実装用パッドを被覆するようにスピンコート法により塗布し、350℃で加熱して硬化処理を施した。これにより、厚み60 μ mのクラッド層を形成した。（以上、クラッド層形成工程）

【0049】次に、裏面側のニッケル層にドライフィルムレジスト（旭化成（株）製サンフォート）をラミネートし、所定のフォトマスクを介して露光、現像することにより、上記の銅層からなる導電部パターン位置に相当するニッケル層の部位にレジストパターンを形成した。次いで、上記のレジストパターンをマスクとして、過水硫酸系のエッチング液（奥野製薬工業（株）製トップリ

ップRSII）を用いて、銅層からなる実装用パッドを溶解することなく裏面側のニッケル層を選択エッチングして、銅層からなる導電部パターン上にニッケル層からなる導電部パターン（実装用パッド）を形成した。その後、上記のアルカリ系剥離液を使用してレジストパターンを剥離除去した。（以上、除去工程）

【0050】次に、ニッケル層側から上記と同じクラッド材料をコア層を被覆するようにスピンコート法により塗布し、350℃で加熱して硬化処理を施した。その後、ニッケル層（実装用パッド）が露出するように研磨して、厚み10 μ mであるクラッド層を形成し、コア層の埋め込みを行った。（以上、コア層埋め込み工程）

【0051】次いで、ニッケル層（実装用パッド）上に無電解めっきにより金めっき層を形成し、さらに、裏面側のクラッド層上に感光性ポリイミド（東レ（株）製フォトニース）を塗布し、露光、現像して、ニッケル層（実装用パッド）が露出するように保護層を形成した。その後、金めっき層上に、半田ペーストをスクリーン印刷し、リフローにより溶融させて半田バンプを形成した。以上の工程により、光導波路回路を作製した。この光導波路回路は、半田バンプを介してプリント基板等に実装可能なものであり、銅層からなる実装用パッドと金めっき層との間にバリアメタルとしてニッケル層を備えるものである。

【0052】[実施例2] まず、実施例1と同様にし、コア層形成工程まで行った。次に、上述の図9に示した実施形態にしたがって、以下のように光導波路回路を作製した。すなわち、上記のようにコア層を形成した銅層上に実施例1と同様のドライフィルムレジストをラミネートし、所定のフォトマスクを介して露光、現像することにより、銅層のうち、電極および電気配線として残す部分にレジストパターンを形成した。レジストパターンを形成した。このレジストパターンは、図11に示されるように、光導波路コア層（斜線で図示された部分）の両側に平行に設けられた電極用の幅50 μ m、長さ500 μ mのパターンと、後述する工程でニッケル層を残して形成される実装用パッド（斜線で図示された部分）との電気配線用のL型パターンで構成されるものとした。

【0053】次に、実施例1で使用した有機アンモニア系アルカリのエッチング液を用いて、裏面のニッケル層を溶解することなく、表面側の銅層を選択エッチングして、銅層からなる導電パターン（電極および電気配線）を形成した。その後、上記のアルカリ系剥離液を使用してレジストパターンを剥離除去した。（以上、パターン形成工程）

【0054】次に、上記のコア層に対して屈折率を最適調整したフッ素化ポリイミドをクラッド材料として準備し、このクラッド材料をコア層と導電パターン（電極および電気配線）を被覆するようにスピンコート法により

塗布し、350℃で加熱して硬化処理を施した。これにより、厚み60μmのクラッド層を形成した。(以上、クラッド層形成工程)

【0055】次に、裏面側のニッケル層に実施例1と同様のドライフィルムレジストをラミネートし、所定のフォトマスクを介して露光、現像することにより、実装用パッドとして残すニッケル層の部位にレジストパターンを形成した。次いで、上記のレジストパターンをマスクとして、実施例1と同様の過水硫酸系のエッチング液を用いて、銅層からなる導電パターン(電極および電気配線)を溶解することなく、裏面側のニッケル層を選択エッチングして導電部パターン(実装用パッド)を形成した。この導電部パターン(実装用パッド)は、上記の銅層からなる電気配線を介して電極に接続されるものである。その後、上記のアルカリ系剥離液を使用してレジストパターンを剥離除去した。(以上、除去工程)

【0056】次に、ニッケル層側から上記と同じクラッド材料をコア層を被覆するようにスピンコート法により塗布し、350℃で加熱して硬化処理を施した。その後、ニッケル層(実装用パッド)が露出するように研磨して、厚み10μmのクラッド層を形成し、コア層の埋め込みを行った。(以上、コア層埋め込み工程)

【0057】次いで、ニッケル層(実装用パッド)上に無電解めっきにより金めっき層を形成し、さらに、裏面側のクラッド層上に感光性ポリイミド(東レ(株)製フオトニース)を塗布し、露光、現像して、ニッケル層(実装用パッド)が露出するように保護層を形成した。その後、金めっき層上に、半田ペーストをスクリーン印刷し、リフローにより溶融させて半田パンパを形成した。以上の工程により、光導波路回路を作製した。この光導波路回路は、光導波路と電気配線、電極を混載し、半田パンパを介してプリント基板等に実装可能なものである。

【0058】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば金属パターン形成工程にて、金属基板に光導波路のコア形成用パターンと導電部パターンとからなる金属パターンを形成し、その後、クラッド層、コア層を形成するものであり、あるいは、金属基板にコア層を形成した後、パターン形成工程にて金属基板に導電部パターンを形成し、その後、クラッド層を形成するものであり、金属基板を光導波路のクラッド層やコア層の形成に使用し、かつ、これを導電部パターンとして選択的に残して電気配線、実装用パッド、光制御用電極等を形成するので、光導波路と電気配線、実装用パッド、光制御用電極等との位置精度が極めて高いものとなり、また、光導波路と電気配線、実装用パッド、光制御用電極等を一括して形成

することができるので、工程数の増加を防止でき、高価で作業性の低いRIE等のドライエッチングが不要となり、製造コストの低減が可能であり、さらに、工程中に高度な膜厚制御がなく、大面積での多面付けによる大量生産により品質が均一な光導波路回路を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光導波路回路製造方法の一実施形態を示す工程図である。

【図2】本発明の光導波路回路製造方法の一実施形態を示す工程図である。

【図3】本発明の光導波路回路製造方法の他の実施形態を示す工程図である。

【図4】本発明の光導波路回路製造方法の他の実施形態を示す工程図である。

【図5】本発明の光導波路回路製造方法の他の実施形態を示す工程図である。

【図6】本発明の光導波路回路製造方法の他の実施形態を示す工程図である。

【図7】本発明の光導波路回路製造方法の他の実施形態を示す工程図である。

【図8】本発明の光導波路回路製造方法の他の実施形態を示す工程図である。

【図9】本発明の光導波路回路製造方法の他の実施形態を示す工程図である。

【図10】本発明の実施例1における光導波路回路製造方法を説明するための図である。

【図11】本発明の実施例1における光導波路回路製造方法を説明するための図である。

【符号の説明】

11…金属基板

21…積層基板

21a…表面側金属層

21b…裏面側金属層

13、23…金属パターン

13a、23a…コア形成用パターン

13b、23b…導電部パターン

14、14'、24、24'…クラッド層

14a、24a…凹部

16、26…コア層

31…金属基板

41…積層基板

41a…表面側金属層

41b…裏面側金属層

33、43…開口部

34、44…コア層

36、46、46'…導電部パターン

37、37'、47、47'…クラッド層

【図1】

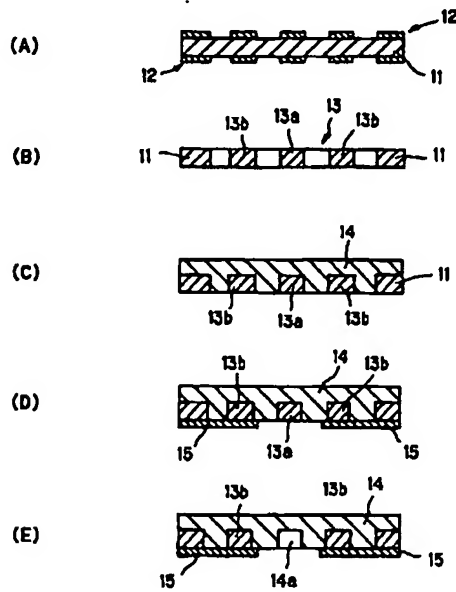


FIG. 1

【図2】

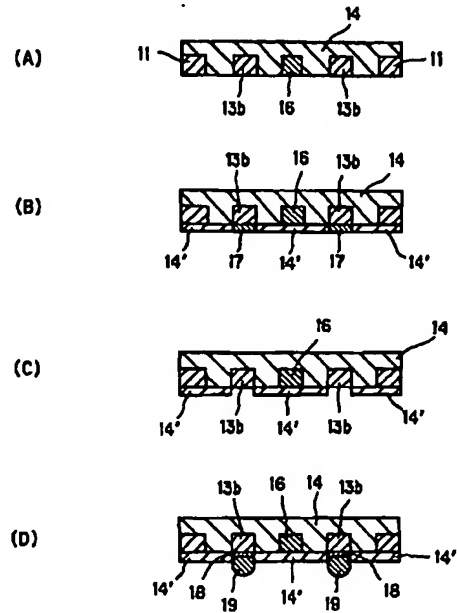


FIG. 2

【図4】

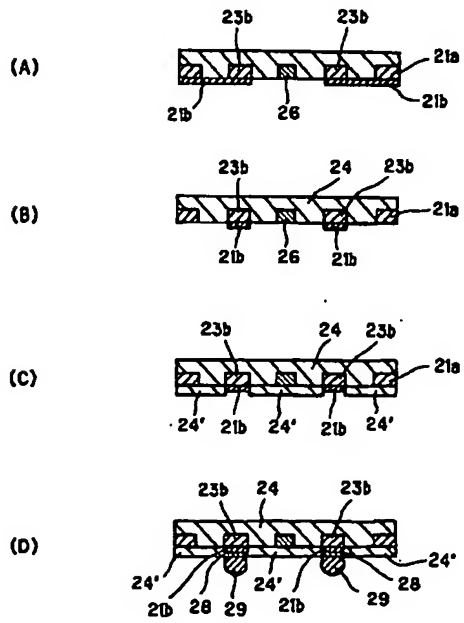


FIG. 4

【図6】

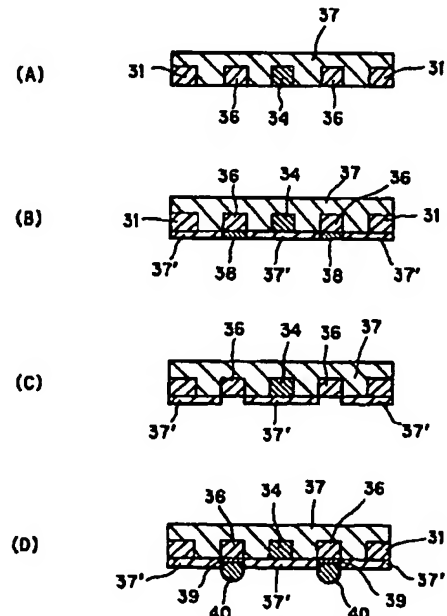


FIG. 6

【図3】

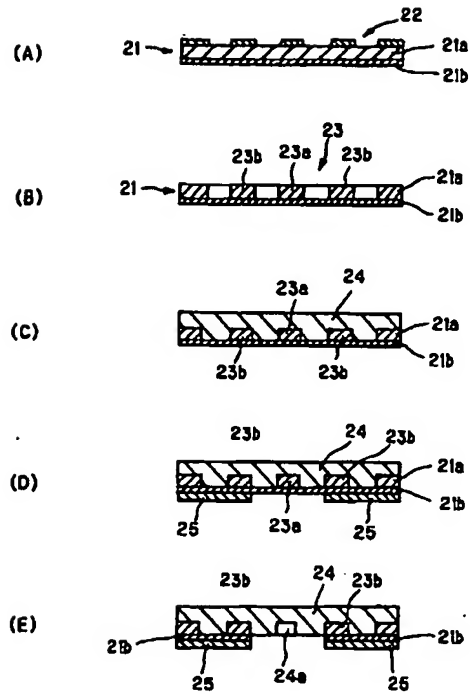


FIG. 3

【図5】

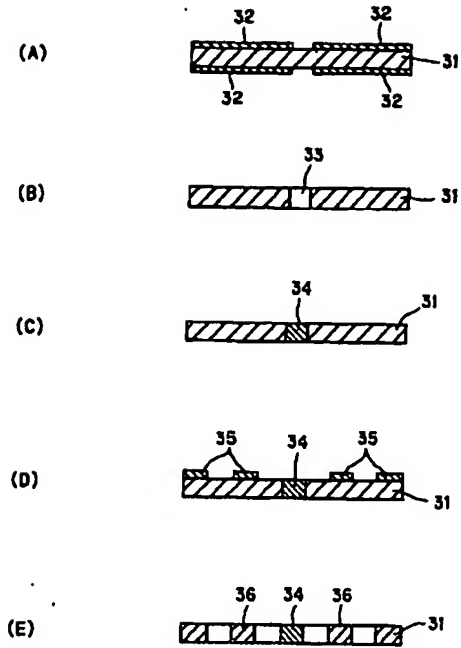


FIG. 5

【図10】

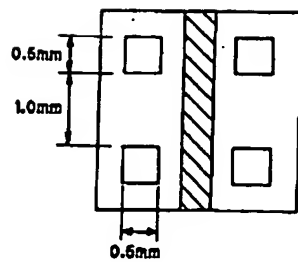


FIG. 10

【図11】

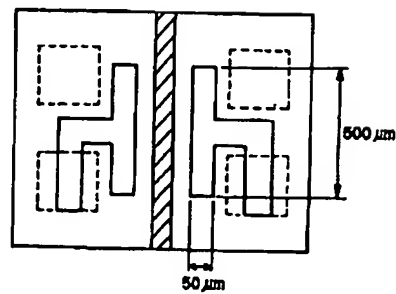


FIG. 11

【図7】

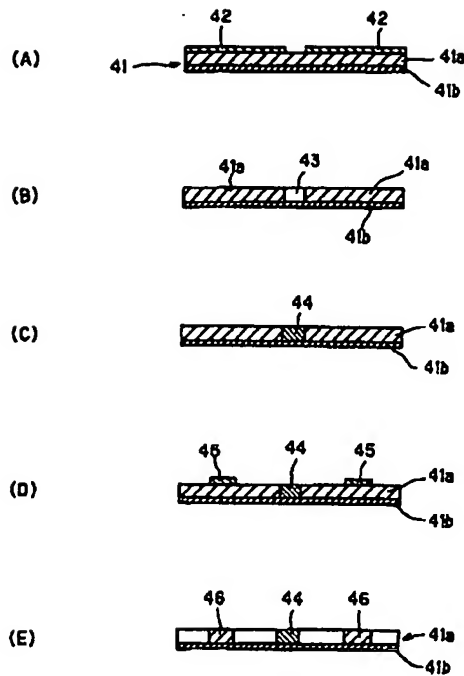


FIG. 7

【図8】

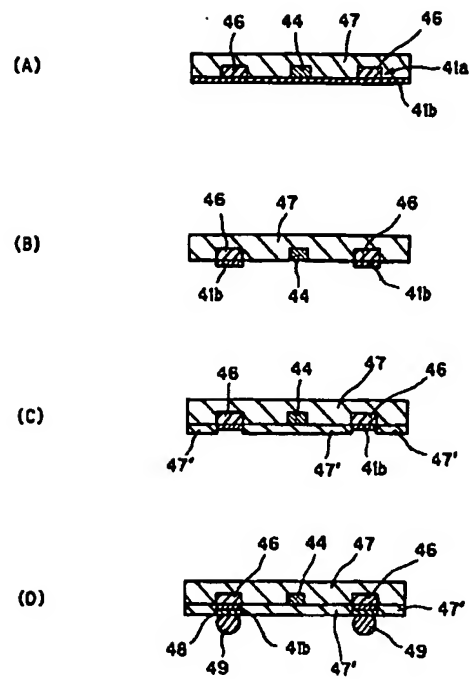


FIG. 8

【図9】

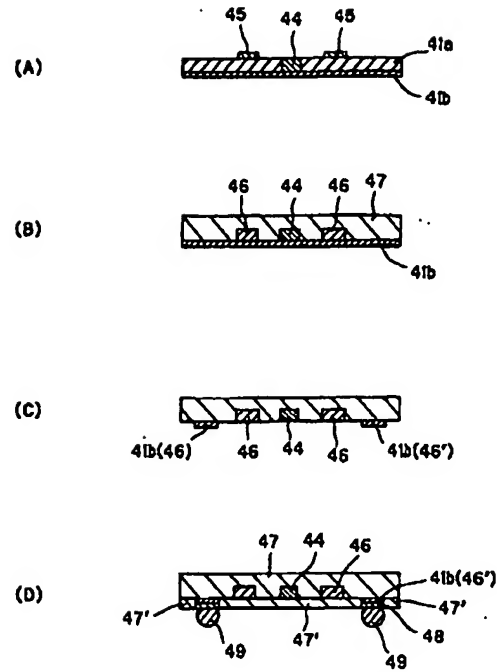


FIG. 9